AMAZONIANA	III	I	69 – 132	Kiel, Sept. 1971

(Aus dem Lehrstuhl für Allgemeine Zoologie der Ruhr-Universität, Bochum/Deutschland und dem Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia, Manaus/Brasilien.)

Bodenzoologische Gliederung und Charakterisierung des amazonischen Regenwaldes

Von LUDWIG BECK

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINFÜHRUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Der Naturraum des Amazonasbeckens kann heute aus verschiedenen Gründen das besondere Interesse der Ökologen beanspruchen. Sieht man von den lebensfeindlichen Gebieten der Wüsten und Polarzonen ab, so stellt das Regenwaldgebiet des Amazonasbeckens den größten, vom Menschen noch kaum beeinflußten und daher intakten Lebensraum dar. Seine besondere Bedeutung liegt darin, daß er eine einmalig große Fülle von Tier- und Pflanzenarten beherbergt, deren Merkmale einerseits Altertümlichkeit, andererseits eine hohe Variabilität sind. So findet man beispielsweise unter den Spinnentieren (Arachnida) die Ordnung der Kapuzenspinnen (Ricinulei), deren bislang bekannte, etwa zwei Dutzend Arten sich kaum von dem paläozoischen „Prototyp" unterscheiden. Ihnen stehen mit den echten Spinnen (Araneae) und den Milben (Acari) zwei Tiergruppen gegenüber, die sich mit enormer Artenzahl in diesem Lebensraum entfalteten; ihre Merkmals-Variabilität sowie die große Zahl von Gruppen nahverwandter Arten zeugen von einer hohen Speziationsrate. Man kann mit guten Gründen das Regenwaldgebiet des Amazonasbeckens als eines der heute bedeutsamsten Speziationszentren ansehen, in dem aber die Vielzahl der ökologischen Nischen auch genetisch starren altertümlichen Formen Überlebenschancen bietet.

Bei dem Tempo der Bevölkerungsexplosion in Südamerika wird sich die Aufmerksamkeit sehr bald auf das große Landreservoir am Amazonas richten, wie die neuesten Erschließungsprojekte der brasilianischen Regierung erkennen lassen. Dabei steht zu befürchten, daß die Möglichkeiten dieses scheinbar unermeßlich reichen und fruchtbaren Landes verkannt werden, und daß das sehr empfindliche ökologische Gleichgewicht, auf dem der scheinbare Reichtum beruht, ein für allemal zerstört wird. Es wird daher darauf ankommen, weiterhin die Möglichkeiten und Grenzen einer Nutzung dieses Gebietes durch den Menschen ins allgemeine Bewußtsein zu rücken. Eine Schlüsselstellung nimmt hierbei der Boden als Ausgangs- und Endpunkt der Vegetation ein, die das ökologische Gleichgewicht garantiert.

Die Tierwelt der Böden der gemäßigten Klimazonen kann als einigermaßen bekannt und gut bearbeitet angesehen werden. Die Bestandsaufnahme ist weitgehend abgeschlossen, und man wandte sich in den vergangenen beiden Jahrzehnten besonders produktionsbiologischen, ökologischen und physiologischen Fragen zu. Die Fülle der Ergebnisse findet ihren Niederschlag in der seit 1962 erscheinenden Zeitschrift „Pedobiologia", in Symposien wie „Progress in Soil Biology" (Braunschweig 1967) und in zahlreichen anderen Zeitschriften und Publikationen.

Anders verhält es sich mit der tropischen Bodenfauna. Sie ist zwar mindestens seit der Jahrhundertwende Gegenstand zahlreicher Einzelarbeiten, von denen aber kaum eine über eine zusammenhanglos beschreibende Faunistik hinaus gediehen ist. Bei der Vielzahl der Bodentiergruppen und -arten ist aber auch die faunistische Bestandsaufnahme noch völlig unzulänglich. Für die beiden, nach Arten- und Individuenzahl bedeutendsten Tiergruppen Oribatiden (Acari) und Collembolen (Apterygota) finden sich Literatur-Zusammenstellungen bei BECK (1963) und WINTER (1963). Jedes Jahr erscheinen Dutzende von Neubeschreibungen über Arten aller Bodentiergruppen, doch eine der Hauptschwierigkeiten beim Bearbeiten tropischen Materials beruht auf der Tatsache, daß ein großer Teil aus unbestimmten Arten besteht, und daß gerade tropische Arten meist sehr unzulänglich aufgrund von Zufallsfunden weniger Exemplare beschrieben wurden.

Als Beispiel für unsere bisherige Kenntnis der Bodenfauna des Amazonasgebietes mag die Karte aus SCHUSTER (1969) dienen, die den Stand der Erforschung der Milben als einer der wichtigsten Gruppen der Bodenfauna angibt (Abb. 1). Außer dem Kreis im Zentrum, der unsere Aufsammlungen symbolisiert, die dieser Arbeit zugrundeliegen, ist nur noch ein Gebiet am Oberlauf des Amazonas gekennzeichnet, das aufgrund der Forschungsreise von Prof. Schaller 1956/57 nach Peru von C. Winter und mir bearbeitet worden ist (BECK 1963, WINTER 1963). Inzwischen führten lediglich Balogh und Mahunka 1966 eine reine Sammelreise an verschiedene Orte im Amazonasbecken durch, als deren Ergebnis eine Reihe von Neubeschreibungen von Oribatidenarten (Acari) anzusehen ist.

Auf einer halbjährigen, gemeinsam mit Prof. Schaller (Braunschweig, jetzt Wien) 1965/66 durchgeführten Forschungsreise ins Amazonasgebiet, haben wir umfangreiche Probenserien in verschiedenen Biotopen der Umgebung von Manaus genommen. Zur Prüfung, wie weit die aus diesen Proben gewonnenen Ergebnisse für das gesamte Amazonasbecken repräsentativ sind, haben wir ergänzende Proben bei Guajará-Mirim im Süden sowie im Einzugsbereich des Rio Negro und Rio Branco im Norden gesammelt. Hinzu kommt das teilweise vergleichbare Material aus Peru. Wie die Abb. 2 erkennen läßt, liegen damit Stichproben aus dem westlichen und zentralen Teil des Amazonasbeckens vor. Eine Generalisierung der Ergebnisse ist nur mit Vorsicht möglich, und es bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten, die Lücken zu schließen.

Die Forschungsreise wurde dankenswerterweise durch eine Reisebeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert. Großen Dank schulde ich dem Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia in Manaus/Amazonas und dem Max-Planck-Institut für Limologie, Abt. Tropenökologie in Plön für mannigfache technische Unterstützung, die mir durch die Herren Professoren Dr. D. Batista, Dr. H. Sioli sowie durch Herrn Dr. H. Ungemach gewährt wurde. Für die unentwegte und selbstlose Hilfe bei den Freilandarbeiten danke ich den Herren Antônio dos Santos und Humberto dos Santos herzlich.

2. MATERIAL UND METHODEN.

Das der Arbeit zugrundeliegende Material wurde größtenteils mit modifizierten Berlese-Tullgren-Apparaten gewonnen, die stets mit elektrischen Glühbirnen betrieben wurden (vergl. BECK 1963). Diese Methode beruht auf dem im allgemeinen positiv hygrotaktischen und negativ thermo- und phototaktischen Verhalten der Bodentiere und setzt aktives Durchdringen der Bodenproben nach unten voraus. Gegen diese Methode werden immer wieder Einwände erhoben, die im wesentlichen auf die nur unvollständige und selektive Austreibung der Bodentiere abzielen. In der Tat muß man zugestehen, daß auch bei aller Raffinesse die Ausleseergebnisse oft kaum über 70 % der Individuenmenge in der Probe zu steigern sind (DUNGER 1964). Als einzige Alternative bieten sich verschiedene Verfahren an, die alle auf der passiven mechanischen Sonderung der Bodentiere von den Bodenpartikeln beruhen, sei es durch Aufschlämmen, Dekantieren, Zentrifugieren oder Spülen der Proben. Selbstverständlich gäbe die Anwendung verschiedener Techniken das vollständigere Bild; aber der Zeitaufwand und die beschränkten Möglichkeiten im Untersuchungsgebiet verhindern dies. Entscheidend für die eindeutige Bevorzugung der Berlese-Methode ist, daß sie gerade bei Streu- und Rohhumusproben, die uns fast ausschließlich interessieren, als einzige mit vertretbarem Material- und Zeitaufwand brauchbare Resultate liefert. Man muß sich bei der Beurteilung der so erhaltenen Arten- wie Individuen-Zahlen über die Grenzen der Methode im Klaren sein : sie erfaßt einen Ausschnitt der Bodenfauna, der der systematischen Gruppierung nach die meisten Arthropoden, den Größenklassen nach (entspr. VAN DER DRIFT nach DUNGER 1964) die Meso- und Teile der Makro-Fauna umschließt. Innerhalb dieser Gruppe bestehen ebenfalls noch große Unterschiede in der quantitativen Erfassung : schnell bewegliche oder positiv phototaktische Tiere wie Ameisen, Grillen und epigäische Collembolen entweichen meist schon bei der Probenentnahme und sind nur in nicht repräsentativer Anzahl in den Berlese-Proben zu finden. Besonders trockenheitsempfindliche Tiere wie Pauropoden und Jugendstadien zahlreicher Tiergruppen vertrocknen häufig in der Probe; andere kriechen in Bodenpartikel und gelangen ebenfalls nicht in die Auffanggefäße. Da diese Fehler jedoch vergleichsweise gering sind und im wesentlichen für alle Proben gleichermaßen gelten, sind die Ergebnisse innerhalb dieser Arbeit quantitativ vergleichbar. Darüber hinaus können sie nahezu uneingeschränkt mit den Ergebnissen früherer Aufsammlungen von F. Schaller in Peru (vergl. BECK 1963, WINTER 1963) und K. H. Schömann in El Salvador (vergl. BECK 1964) verglichen werden, die mit genau der gleichen Methode gewonnen wurden. Mit Arbeiten anderer Autoren sind quantitative Vergleiche nur mit Einschränkung möglich, da Abweichungen in der Methodik starke Änderungen der quantitativen Ergebnisse bewirken. Dennoch erlauben auch qualitative Vergleiche mit anderen Untersuchungen eine bessere Einordnung der eigenen Ergebnisse

und eine genauere Charakterisierung der Eigenheiten der untersuchten Bodenfauna.

Die Berlese-Proben umfassen stets 500 ccm Bodenmaterial und wurden in 5 — 8 Tagen ausgetrocknet. Das erhaltene Tiermaterial wurde in 70 % Alkohol fixiert und unter dem Stereomikroskop nach Tiergruppen sortiert und ausgezählt. Neben den Individuenzahlen wurde für jede Probe die Masse der Bodentiere berechnet, um die erheblichen Größenunterschiede der Tiere zu berücksichtigen. Zur Berechnung der Biomasse wurden die Individuenzahlen der einzelnen Tiergruppen mit Durchschnittswerten der Masse eines Tieres einer Gruppe multipliziert, die Arbeiten von EDWARDS 1967 und ZINKLER 1966 entstammen. Die Werte für die Biomasse sind somit als grobe Schätzungen zu betrachten.

Die ergänzenden Oberflächen-Aufsammlungen wurden entweder so durchgeführt, daß 1 qm Streu-Rohhumusschicht abgeräumt und kurz darauf in kleinen Portionen von Hand durchsucht wurde; oder der Boden wurde mit einem großen Tuch mit einer 1/2 qm-großen Öffnung abgedeckt und darin vom Rand her durchsucht, wobei die aufgestörten Tiere mit einem Exhaustor abgesaugt wurden.

Erläuterung einiger Begriffe :

Das Untersuchungsgebiet wurde unterteilt in

B i o t o p e , die pflanzensoziologisch und pedologisch definiert werden können;
S t a n d o r t e , die möglichst in jeder Hinsicht einheitliche Gebiete meist von weniger als 1 ha umfassen, in denen die
P r o b e n s t e l l e n liegen, an denen 1 bis 4 Berlese-Proben, meist in vertikaler Abfolge direkt untereinander genommen werden.
A b u n d a n z wird als Individuenabundanz oder Artenabundanz verwendet und bedeutet Anzahl der Individuen bzw. Arten/Probe.
P r ä s e n z wird für Tiergruppen verschiedener systematischer Niveaus von der Ordnung bis zur Art gebraucht und stets auf mehrere Proben bezogen, die zusammen einen Standort oder Biotop repräsentieren. Präsenz wird in 5 Stufen angegeben : fehlend, selten, verbreitet, häufig, sehr häufig und bedeutet, daß die entsprechende Tiergruppe in 0 %, 1 — 25 %, 26 — 50 %, 51 — 75 %, 76 — 100 % der Proben in beliebiger Individuenzahl auftritt.
D i f f e n t i a l — G a t t u n g e n und — A r t e n eines Biotops werden so definiert, daß sie in diesem um mindestens 2 Präsenzstufen häufiger sind als in den übrigen, zu vergleichenden Biotopen.

3. GEOGRAPHIE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

3.1 Ü b e r b l i c k ü b e r d i e G e o g r a p h i e d e s A m a z o n a s b e c k e n s

Das Gebiet des neotropischen Regenwaldes deckt sich größenteils mit dem Tieflandbecken des Amazonas-Stromsystems. Nach Süden reicht der Regenwald an keiner Stelle darüber hinaus, nach Norden greift er auf das Orinoko-Gebiet über, wo er aber von den Llanos unterbrochen oder abgelöst wird. Daneben sind nur noch die Küstenregionen im Nordwesten Südamerikas und Teile der brasilianischen Ostküste mit allerdings anders strukturierten Regenwäldern bestanden. Tier- und pflanzengeographisch wird dieser, im wesentlichen amazonische Regenwald mit dem von A.v. HUMBOLDT geprägten Ausdruck „Hylaea“ bezeichnet und als eigene Region oder Provinz abgegrenzt (FITTKAU 1969, HUECK 1966, SIOLI 1968).

K l i m a t i s c h gehört der nordwestliche Teil des amazonischen Regenwaldes zum Afi-Klima, der ganze übrige Teil zum Ami-Klima mit einer „Insel“ oder „Brücke“ eines Awi-Klimas bei Obidos (nach SIOLI 1968); hierbei ergeben die von KÖPPEN eingeführten Kürzel folgendes Bild : kein Monat hat ein niedrigeres Temperaturmittel als 18°C („A“), kein Monat hat unter 60 mm Niederschlag („f“) oder der niederschlagsärmste Monat weist 60 — 0 mm bei einer jährlichen Regenmenge von 1000 bis 2500 mm auf („m“); hinzu kommt, daß die Jahresamplitude der Temperatur unter

5°C liegt („i“) (REINKE 1962). Das Awi-Klima ist ein tropisches Savannen-Klima mit ausgeprägter Wintertrockenzeit (Abb. 3).

G e o l o g i s c h gliedert sich das Gebiet — etwas vereinfacht — in 4 Hauptzonen : 1. die westlichen und zentralen tertiären Süßwassersedimente, 2. die im Norden und Süden angrenzenden archaischen Formationen des Guayana und zentralbrasilianischen Schildes, 3. die im mittleren Teil zwischen den beiden genannten Zonen zutage tretenden paläozoischen Schichten und 4. die quartären Schwemmländer des mittleren und unteren Amazonas und einiger Nebenflüsse (vergl. SIOLI 1968) (Abb. 4).

FITTKAU (1969) gibt eine ö k o l o g i s c h e Großgliederung, die auf der geologischen Gliederung gründet. Er teilt das Regenwaldgebiet des Amazonasbeckens in eine zentrale Zone tertiärer Sedimente mit extrem armen Böden, floristisch und faunistisch verarmt, und in eine westliche Zone des Andenvorlandes, aus alluvialen und diluvialen Ablagerungen, die tertiären und mesozoischen Formationen entstammen, reich an Nährsalzen und mit optimal entwickelter Flora und Fauna; dieser ökologischen Zone rechnet er die gesamten quartären Flußalluvionen bis zur Mündung des Amazonas zu, die er somit als Fortsetzung des andinen Vorlandes und „Fremdkörper“ der interamazonischen Landschaft betrachtet. Die beiden anderen ökologischen Einheiten decken sich weitgehend mit den geologischen : das nördliche und südliche Randgebiet auf dem archaischen Sockel mit relativ nährstoffarmen Böden und mäßig bis gut entfalteter Flora und Fauna und schließlich den „Karbonstreifen“ mit kalkreichen paläozoischen Sedimenten und optimal entwickelter Flora und Fauna (Abb. 5).

3.2 G e o g r a p h i s c h - ö k o l o g i s c h e G l i e d e r u n g d e s U n t e r s u c h u n g s g e b i e t e s

Unsere Untersuchungen konzentrierten sich auf das zentralamazonische Regenwaldgebiet um Manaus, wo wir zwei grundlegend verschiedene Biome vorfinden :
1. die Terra firme, das nie überflutete Gebiet tertiärer Sedimente und
2. die Inundationsgebiete entlang der Flußläufe der großen Ströme des Solimoes-Amazonas und Rio Negro.

Den Großlebensraum der **Terra firme** kann man in 2 deutlich unterscheidbare Biotope und einen beide verbindenden Übergangs-Biotop gliedern :

1a) Der H o c h w a l d auf rot-gelbem laterisiertem Boden ist eine der artenreichsten Waldformationen der Erde, in der sich vor allem die Leguminosen (bes. Caesalpiniaceen) neben zahlreichen anderen Familien in vielen Baumarten entfalten. „Als Gesamtartenzahl pro ha der Terra firme darf mit mindestens 100 gerechnet werden. Nach anderen Arbeiten dürfte die wirkliche Artenzahl an Holzpflanzen noch höher liegen“ (GESSNER 1968). Die durchschnittliche Höhe der obersten Kronenschicht beträgt 30 — 40 m und wird von einzelnen „Überständern“ überragt, die 50 m und mehr erreichen können; ihr Fuß bildet breite Brettwurzeln über dem Boden, die die tiefere Verankerung im Boden ersetzen (Abb. 8). Darunter entwickeln sich weitere Kronenschichten schwachwüchsiger Bäume zwischen 5 und 25 m Höhe (vergl. HUECK 1966). Das Unterholz wird oft von niedrigen, dornigen Palmenarten gestellt (Abb. 6,7). Besonders auffällig ist das fast völlige Fehlen einer Krautschicht, vor allem der bei uns hier dominierenden Gramineen. Der Boden ist zu allen Jahreszeiten mit einer dünnen Lage Fallaubes bedeckt, die nach unten in eine mit 1 — 4 cm sehr spärlich entwickelte Rohhumusschicht übergeht. Ein eigentlicher Humushorizont fehlt, unter dem Rohhumus steht der lehmig-tonige Mineralboden an. Der Hochwald der Terra firme ist durch sein mehrschichtiges dichtes Blätterdach sehr lichtarm. Lianen und Epiphyten sind spärlich bzw. nur in den obersten Schichten zu finden.
Das Mikroklima im Inneren ist sehr ausgeglichen, selbst an extrem sonnigen, trockenen Tagen schwanken die Temperaturen nur zwischen 23° und 29°C.

1b) Niederwald-Formationen der Campina oder C a a t i n g a bilden sich auf Bleichsandflächen, bei denen es sich um echte tropische Podsolböden handelt mit häufig entwickeltem kompaktem B_h-Horizont (SIOLI 1968). Nach der Definition von RODRIGUES (1961, zit. HUECK 1966) haben wir es an unseren Probenstellen bei

Manaus mit Caatinga zu tun, die in zwei, durch Übergänge verbundenen Formen, als Caatinga alta und Caatinga baixa vorkommt. In der Caatinga alta erreicht die oberste Kronenschicht 15 – 25 m Höhe, in der Caatinga baixa nur 10 – 15 m. Beiden gemeinsam ist der im Gegensatz zum Hochwald sehr viel lichtere Baumwuchs, der ein reiches Unterholz aus schwachwüchsigen Bäumen (keine Palmen) aufkommen läßt (Abb. 9, 10). Epiphyten sind auch in den unteren Schichten häufig, Bromeliaceen wachsen sogar häufig auf dem Erdboden (Abb. 11, 12). Ihre Entstehung verdanken die Caatingas der extremen Armut ausgewaschener Bleichsandböden, auf denen nur bei ausreichenden Regenmengen während des ganzen Jahres noch Waldformationen wachsen, während die Ausbildung einer Trockenzeit nur noch steppenartige Campo-Vegetation gedeihen läßt (SIOLI 1955). Die organische Bodenauflage ist ebenso dürftig wie im Hochwald; darunter kann sich aber eine bis zu 10 cm mächtige Rohhumusschicht entwickeln, die bei hohem Grundwasserstand torfartige Beschaffenheit aufweisen kann. Niedriger Grundwasserhorizont läßt nur eine gestrüppartige Caatinga baixa aufkommen, die bereits in den Campo cerrado übergeht.

1c) Neben den beiden Hauptvegetationsformationen, dem Hochwald auf laterisiertem Boden und der Caatinga auf Podsolboden trifft man häufig eine Übergangsformation zwischen beiden an, die ich wegen ihres Reichtums an Palmenarten im Unterholz hier kurz als „P a l m e t u m" bezeichne. Hochwald und Caatinga sind auf den hoch gelegenen Flächen am klarsten ausgeprägt, in den 20 bis 40 m tieferen Bachniederungen dagegen findet man häufig das „Palmetum" auf wahrscheinlich rezent zusammengeschwemmtem Sediment mit hohem Sandanteil, das recht locker ist. Die Kronenhöhe der Bäume nähert sich der des Hochwaldes; das Unterholz ist dicht, mit ungewöhnlich vielen Palmen, während die etwa 4 – 5 cm dicke organische Bodenschicht sowie der sandig-lockere Boden der Caatingaformation ähnlich sind.
In dem forstlichen Vesuchsgebiet Reserva Ducke beträgt die Dicke der organischen Bodenschicht an den Probenstellen im Hochwald zwischen 2 und 4 cm, durchschnittlich etwa 3,5 cm, wovon etwa 1 cm auf die nicht oder schwach zersetzte Laubstreu entfallen und 2,5 cm auf die Schicht aus zerfallener Streu und Rohhumus; darunter steht der mineralische Boden an, der in den obersten Zentimetern noch etwas von Wurzeln durchzogen ist und fast kein organisches Material mehr enthält. Im „Palmetum" ist die Streuschicht und Rohhumusschicht mit durchschnittlich 2 bzw. 3 cm etwas dicker; hier finden sich häufig örtliche Ansammlungen von Rohhumus, die 10 und mehr Zentimeter dicke „Lager" bilden können. In der Caatinga der Reserva Ducke, die wir untersuchten, war die organische Schicht extrem dünn entwickelt; sie bestand nur aus einer kaum zusammenhängenden Laubstreudecke von etwa 1 cm und einer 1 – 2 cm dicken Schicht zersetzter Streu und Feinwurzeln; Humus und selbst Rohhumus fand sich im Oberboden kaum; die tieferen Bodenschichten wurden nicht untersucht. Die beiden Caatinga-Biotope bei Km 205 und 208 an der Straße Manaus – Itacoatiara zeigten Streulagen von etwa 2,5 cm und eine Rohhumusschicht von durchschnittlich 4 cm Dicke, die nach unten in eine 7 – 15 cm mächtige Lage aus Sand, der stark mit humosem Material und Wurzeln durchsetzt ist, übergeht.

Die **Inundationsgebiete** gliedern sich in 2 völlig verschiedene Biotope, denen nur die Tatsache der regelmäßigen jährlichen Überflutung gemeinsam ist; auch hier gibt es Gebiete, die keinem der beiden Biotope zugeordnet werden können und daher als Übergangsbiotop herausgestellt werden.

2a) Der I g a p ó in der Umgebung von Manaus ist als Überschwemmungswald der Schwarzwasserflüsse besonders am Rio Negro weitverbreitet. Schwarzwässer entspringen im tertiären Sedimentbecken selbst und führen wegen der mangelnden Reliefenergie keine Sinkstoffe mit sich. Ihre Farbe verdanken sie gelösten Humussäuren, die überwiegend aus den Podsolböden der Caatingas ausgewaschen werden oder aus dem organischen Bodenmaterial der Igapós kommen. Die Schwarzwässer spülen weite Erosionstäler aus, deren dürftigen Böden durch das extrem mineralarme

Wasser keine fremden Nährstoffe zugeführt werden. Der Igapó ist demzufolge eine recht dürftige Waldformation, die in tieferen Lagen mit langer Überflutungsdauer strauchartig, in höheren Lagen hochstämmig ist mit einer oberen Kronenhöhe von etwa 20 m (Abb. 13, 14). Auch die letztere Form des Igapó ist licht und mit vielen Lianen durchsetzt. Die organische Bodenauflage ist extrem dünn und einschließlich des kaum entwickelten Rohhumushorizontes nur 1 bis 3 cm stark.

2b) Die Várzea, genauer der V á r z e a - W a l d, ist die Waldformation der Überflutungsgebiete der Weißwasserflüsse. Diese entspringen in Gebieten mit großer Reliefenergie, überwiegend in den Anden und führen eine große Menge Schwebstoffe mit, die das Wasser zu einer hellgelben „Lehmbrühe" trüben. In den Tälern der Weißwasserflüsse kommt es zu umfangreichen Ablagerungen, die eine Landschaft eigenen Charakters, eben die „Várzea" entstehen lassen. Sie umfaßt im wesentlichen einen breiten, die Ströme begleitenden Uferwall, der den Várzea-Wald trägt. Weiter weg vom Flußbett senkt sich das Schwemmland ab, und der Wald geht in die Grasflur des Varzea-Campo und schließlich in Varzea-Seen über. Während des Hochwassers wird praktisch die gesamte Varzea, allerdings unterschiedlich lange, überflutet. Der Varzea-Wald auf den nährstoffreichen Sedimentböden ist nach HUECK (1966) bei weitem nicht so reich an Holzarten wie die Terra firme; die Vegetation ist aber ausgesprochen üppig und Baumriesen von 40 bis 55 m Höhe und gewaltigem Stammdurchmesser sind häufig (Abb. 15, 16, 17).

2c) So klar sich Várzea-Wald und Igapó definieren lassen, so schwierig ist oft in der Umgebung von Manaus eine eindeutige Zuordnung eines Gebietes zu einem dieser beiden Grundtypen der Überschwemmungswälder. Am Ufer zu beiden Seiten des Rio Negro findet man eindeutigen Igapó, ebenso wie man im unmittelbaren Stromsystem des Solimões, besonders auf den großen Inseln wie etwa Careiro, eine Várzea-Landschaft mit Seen, Campo und Várzea-Wald antrifft. Das weite und meist flache Gebiet im Mündungsdreieck zwischen Solimões und Rio Negro aber läßt sich oft nicht eindeutig zuordnen. Da der Solimões zuerst zu steigen beginnt, dringt sein lehmiges Wasser durch alle Kanäle und Rinnen in dieses Gebiet ein, während gegen Ende des Hochwassers das teefarbene Wasser des Rio Negro dominiert. Ebenfalls schwierig zuzuordnen sind die Wälder, die sich an den weit vom Hauptstrom des Solimões nach beiden Seiten wegführenden Seen und blinden Kanälen entlangziehen, etwa am Lago de Janauacá. Hier dringt zwar Weißwasser ein, verliert aber infolge seiner verlangsamten Strömung bald alle Sinkstoffe und zeigt sich nach einigen Kilometern als klares, allerdings rel. elektrolytreiches Wasser. Es dürfte daher auf tertiärem „Terra firme – Sediment" wachsenden Uferwäldern immer noch mehr Nährstoffe zuführen als etwa das Schwarzwasser des Rio Negro. Die genannten, nicht eindeutig zuzuordnenden Gebiete muß man nach Physiognomie oder Untergrund der Wälder zum Igapó-Typ zählen, den ich als I g a p ó (S o l i m õ e s) vom eigentlichen Igapó am Rio Negro abtrenne.

Die Verteilung der Standorte, an denen Berlese-Proben genommen oder Oberflächen-Aufsammlungen durchgeführt wurden, auf die Biome und Biotope, ist aus der Liste der Probenstellen im Anhang zu ersehen. Die Lage der Standorte ist in Abb. 18 dargestellt.

4. BODENZOOLOGISCHE GLIEDERUNG DES ZENTRAL–AMAZONISCHEN REGENWALDGEBIETES.

4.1. Ü b e r s i c h t ü b e r d i e B e a r b e i t u n g d e s P r o b e n m a t e r i a l s

Um zu einer bodenzoologischen Gliederung zu gelangen, werden die Proben der Bodenfauna nach den eingangs pflanzensoziologisch und pedologisch abgegrenzten Bio-

topen aufgeteilt (siehe Liste der Probenstellen) und innerhalb der Biotope nach Standorten gegliedert. Danach wird untersucht, wie weit die Bodenfauna verschiedener Standorte als Biozönose anzusprechen ist und eine Charakterisierung eines Biotops sowie eine Abgrenzung desselben von anderen ermöglicht.

Zunächst wird die Bodenfauna jeweils grob-qualitativ und quantitativ, d.h. nach Präsenz und Abundanz der Tiergruppen analysiert. Eine eingehendere qualitative Analyse, die zur Beurteilung einzelner Biozönosen unerläßlich ist, konnte wegen der Schwierigkeit, ein so vielfältiges Material zu bestimmen, nur bei wenigen Gruppen bis zu taxonomischen Niveaus unterhalb der Ordnung durchgeführt werden. Die Collembolen werden teilweise nach den Gruppen Symphypleona und Arthropleona, letztere nach Poduromorpha und Entomobryomorpha, und manchmal bis zur Familie unterschieden. Die Käfer wurden von H. Schubart bis zur Familie bestimmt (SCHUBART & BECK 1968). Die Oribatiden als individuen- und artenreichste Gruppe der Bodenfauna der Regenwälder habe ich gänzlich nach Familien und größtenteils nach Gattungen aufgegliedert; eine Reihe von Gattungen wurden bis zum Artniveau determiniert. Die bis zum Niveau der Gattung oder Art determinierten Oribatiden sind in einer Liste im Anhang zusammengestellt.

4.2. Charakterisierung der Biotope der Terra firme

Die hauptsächlichen Arthropodengruppen — hier meist als Ordnungen verstanden —, die regelmäßig und häufig in allen Proben zu finden sind, sind mit Ausnahme der Termiten die gleichen, die auch in Waldböden der gemäßigten Klimazonen dominieren :

- Asseln
- Pseudoskorpione
- Spinnen
- Opilioniden
- Milben
- Diplopoden (Chilognatha)
- Chilopoden
- Collembolen
- Termiten
- Ameisen
- Käfer und Käferlarven
- Dipterenlarven.

Was die Bodenfauna des tropischen Regenwaldes der Terra firme jedoch von derjenigen der mittleren Breiten unterscheidet, ist die enorme Vielzahl von Arthropodengruppen, die in meist geringer Individuendichte, aber regelmäßig oder gelegentlich vorkommen.

- Skorpione
- Uropygen (bes. Schizopeltidia)
- Palpigraden
- Ricinulei
- Diplopoden (Pselaphognatha)
- Symphylen
- Pauropoden
- Proturen
- Dipluren (Campodeiden und Japygiden)
- Embiiden
- Grillen und Heuschrecken
- Forficuliden
- Mantodiden
- Phasmiden
- Schaben
- Psocopteren
- Thysanopteren
- Wanzen
- Zikaden

Dazu kommen außerhalb der Arthropoden noch Turbellarien (bes. Landplanarien), Hirudineen und Onychophoren, unter den Regenwürmern die Familie Glossoscolecidae, und von den Wirbeltieren viele Schlangenarten, Iguaniden und Gürteltiere.

Die Bodenfauna der 3 untersuchten Biotope der Terra firme weist quantitativ und in ihrer Gliederung nach Tiergruppen keine wesentlichen Unterschiede auf. Die **Berlese-Fauna**, größtenteils als Meso-Arthropodenfauna anzusprechen, ist in der organischen Bodenschicht überall mit durchschnittlich etwas über 1000 Individuen vertreten, von denen über 3/4 Milben sind; Milben und Collembolen zusammen machen über 90 % aus (Tab. 1). Die ergänzenden Oberflächenaufsammlungen von Hand und mittels Exhaustor

zeigen ebenfalls keine großen Unterschiede; die anscheinend deutlich höhere Individuendichte von rund 550 Individuen/Probe im „Palmetum" gegenüber nur 280 im Hochwald resultiert aus der großen Anzahl Termiten, die in 3 Proben im „Palmetum" gefangen wurden (Tab. 3).

Termiten und Ameisen werden aber von allen Methoden, die sich auf Stichproben kleiner Flächen stützen, nur rein zufällig erfaßt, da diese Tiere auch nicht annähernd gleich über die Bodenfläche verteilt sind, sondern sich in Nestern und „Straßen" konzentrieren. Ähnliches gilt für die Wurzelläuse — ein Sammelbegriff für verschiedene Homopterengruppen, vor allem Coccidae (vergl. BECK 1963) —, die als Pflanzensauger entlang der Wurzeln konzentriert sind, wo sie in Mengen auftreten können; in einer 500 cm-Berlese-Probe wurden als Maximum 1818 Individuen ausgezählt. Die Individuenzahlen für Termiten, Ameisen und Wurzelläuse in den Tabellen sind daher nur mit Einschränkung gültig.

Wie die Individuendichten unterscheiden sich die Schätzwerte für die Biomasse der 3 Biotope ebenfalls nur unwesentlich (Tab. 1). Der unter der organischen Schicht in 3 — 4 cm anstehende mineralische Boden ist oberflächlich meist von gröberen Wurzeln durchzogen, enthält aber sonst kaum irgendwelche organischen Bestandteile. Entsprechend gering ist die Besiedlungsdichte, die nach Individuenzahl und Biomasse bei der Berlesefauna rund 1/10 derjenigen der organischen Schicht ausmacht. In den Caatinga-Biotopen allerdings schließt sich an die organische Schicht nach unten normalerweise ein humusdurchsetzter, locker-sandiger Horizont an, der mit groben und feinen Wurzeln durchsetzt ist. Er bietet einen etwas günstigeren Lebensraum für Bodentiere, und die Besiedlungsdichte erreicht dort fast 1/5 derjenigen des oberen Horizontes. Rechnet man alle Werte auf die Flächeneinheit 1 qm um, so ergibt sich folgendes Bild :

	Hochwald	„Palmetum"	Caatinga	
			Res. Ducke	Km 205+208
Abundanz (Ind/qm)	55.000	70.000	35.000	150.000
Biomasse (g/qm)	4.800	6.300	3.000	12.100

Hierbei wird davon ausgegangen, daß die in Tab. 1 angegebene organische Bodenschicht abzüglich einer Grenzschicht oben und unten von jeweils 0,5 cm gleichmäßig besiedelt ist.

Aus der Milbenfauna, die über 3/4 aller Individuen der Berlesefauna stellt, wurden die **Oribatiden** abgetrennt und näher untersucht. Sie machen im Hochwald und „Palmetum" 70 % und 67 % aus, in der Caatinga zwischen 46 % und 70 %, im Durchschnitt 58 % (Tab. 4). Die quantitativen Unterschiede sind mit Ausnahme der Caatinga-Formation an der Straße nach Itacoatiara minimal. Der geringe Prozentsatz ist hier vor allem auf eine große Zahl winziger, nicht näher bestimmter juveniler Milben zurückzuführen; die absolute Individuendichte der Oribatiden liegt auch hier nicht wesentlich unter der anderer Biotope. Die durchschnittliche Abundanz ist mit Werten um 40 Arten/Probe beachtlich hoch und wiederum für alle Biotope im wesentlichen gleich; die höchste bislang geschätzte Artenzahl — da noch nicht alle Arten determiniert werden konnten, ist eine geringfügige Erhöhung der Artenzahlen möglich — beträgt 50 Arten/Probe allein für die Oribatiden (Tab. 4). Die Gesamtzahl aller Oribatiden-Arten in den Terra firme-Proben läßt sich etwa auf 100 — 130 schätzen.

Eine Reihe von Oribatiden-Familien sind in allen Terra firme-Biotopen sehr häufig zu finden (Tab. 5); daraus auf eine gleichmäßige Artenverteilung schließen zu wollen, wäre aber verfehlt, da es durchaus möglich ist, daß die Familien in den verschiedenen Biotopen durch verschiedene Arten vertreten sind. Die Trhypochthoniidae beispielsweise, die überall auf der Terra firme sehr häufig vorkommen, gliedern sich in 3 Gattungen, von denen nur *Afronothrus* mit einer Art einigermaßen gleichmäßig häufig bis sehr häufig

verteilt ist; *Allonothrus neotropicus* dagegen ist nur im Hochwald und „Palmetum“ verbreitet anzutreffen, und *Archegozetes longisetosus* ist die charakteristischste Differential-Art der Caatinga. Ähnliches gilt für die Eremobelbidae, von denen die Gattung *Eremulus* mit etwa 2 Arten überall häufig bis sehr häufig ist, während *Eremobelba* mit 2 Arten eine Differential-Gattung des Hochwaldes und *Fosseremus saltaensis* eine Differential-Art der Caatinga darstellt. Als charakteristisch für die Regenwälder der Terra firme insgesamt kann man nach dem bisherigen Stand der Bearbeitung 10 Gattungen ansehen : *Spathulocepheus, Arceremaeus, Afronothrus, Eremulus, Rhynchoribates, Epilohmannia, Charassobates* und *Nanhermannia* sowie die Arten *Rostrozetes carinatus, rimachensis* und *Dolicheremaeus amazonicus* (Tab. 5). *Rostrozetes foveolatus* und *Eochypochthonius gracilis* sind als typische Arten einer jeden tropischen Bodenprobe aus feuchten Biotopen anzusprechen, sei es von der Terra firme oder aus Inundationsgebieten. Diesen 10 Gattungen stehen 17 Gattungen mit etwa 20 — 22 Arten gegenüber, deren Verbreitung in den 3 Hauptbiotopen sehr unterschiedlich ist; sie sind in einem oder zweien der Biotope verbreitet bis sehr häufig und sind in den anderen ein oder zwei Biotopen selten oder fehlen ganz. Es sind die einen Biotop charakterisierenden Differential-Arten oder -Gattungen, die sich nach Tab. 6 folgendermaßen verteilen : 6 Gattungen mit 9 — 10 Arten sind im Hochwald am häufigsten, 9 Gattungen mit 10 — 11 Arten in der Caatinga, 1 Gattung mit 1 Art *(Allonothrus neotropicus)* ist in Hochwald und „Palmetum“ verbreitet und nur 1 Gattung *(Allozetes)* wurde ausschließlich im „Palmetum“ gefunden.

Im Gegensatz zur quantitativen und groben qualitativen Analyse, die keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Biotopen erbrachte, zeigt die genauere Aufschlüsselung einer Tiergruppe wie der Oribatiden recht deutliche Unterschiede in der artlichen Zusammensetzung der Fauna. Sie erlaubt die bodenzoologische Abgrenzung von Hochwald und Caatinga gegeneinander im Sinne echter Biozönosen, die durch Differential-Arten gekennzeichnet werden können. Die weitere Analyse der Oribatiden und anderer Tiergruppen wird die Zahl dieser Differential-Arten sicherlich noch bedeutend vermehren. Die Einstufung des „Palmetum“ als einen nicht eigenständigen Biotop, sondern als Zwischenform zwischen Hochwald und Caatinga aufgrund der pedologischen und pflanzensoziologischen Aspekte wird durch die Analyse der Ortibatidenfauna bestätigt: von den Differential-Gattungen und -Arten des Hochwaldes und der Caatinga sind 7 auch im „Palmetum“ verbreitet oder häufig, nur *Allonothrus neotropicus* wurde ausschließlich hier gefunden.

Einen für tropische Regenwälder charakteristischen Lebensraum eigener Prägung stellt der mehrschichtige Kronenbereich dar, der zahlreichen Epiphyten Möglichkeiten zur Entfaltung bietet. In ihrem Wurzelwerk, in Astgabeln und auf großen Ästen selbst, kommt es zu beachtlichen Humusansammlungen, die DELAMARE-DEBOUTTEVILLE (1951) als eigene Biotope mit „sols d'epiphytes“ und „sols suspendus“ bezeichnet hat. Die Zusammensetzung dieser Böden im Kronenbereich unterscheidet sich nicht sonderlich von der organischen Schicht des Bodens : Der Rohhumus ist weitgehend zu Moder umgewandelt. Die Struktur ist besonders locker und erlaubt die Speicherung von Wasser (KLINGE 1966). Mikroklimatisch ist der Kronenbereich durch erhebliche tägliche Schwankungen von Temperatur, Feuchte und Licht charakterisiert, die so groß sind, daß unter den Baumarten des obersten Kronenbereichs xeromorphe Blattformen und unter den Epiphyten oft Sukkulente vorherrschen (ELLENBERG 1959). In der lichteren Caatinga sind die Bäume oft bis zum Fuß mit Epiphyten überwuchert; einzelne Epiphytenformen finden sich sogar auf dem Boden (Abb. 11, 12).

In einem Caatinga-Biotop der Reserva Ducke wurde die Berlese-Fauna in verschiedenen Höhenstufen von der Laubstreu des Bodens bis in den obersten Kronenbereich bei 25 m untersucht. Die Individuendichte sinkt bereits 1 m über dem Boden auf die Hälfte ab, und ab 4 m Höhe bleibt sie bei 1/5 bis 1/3 derjenigen der Laubstreu. Dabei sind einige Tiergruppen wie Käfer, Käfer- und Dipterenlarven sowie Collembolen gleichmäßig oder unsystematisch in allen Höhenzonen verbreitet, während die Abundanz der Milben mit zunehmender Höhe geringer wird (Tab. 7). Viele Tiergruppen sind nur auf die Laubstreu

beschränkt, womit sich andeutet, daß die **Epiphytenfauna** eine „verarmte“ Bodenfauna darstellt, in der sich nur eine Auswahl der zahlreichen Tiergruppen behauptet.

Eine Analyse der Oribatiden-Fauna scheint dies zu bestätigen. Die Artenzahl nimmt von etwa 47 Arten am Boden auf durchschnittlich 9 Arten im Bereich oberhalb 10 m ab (Abb. 19). Auch die Abundanz nahezu sämtlicher Familien, Gattungen und Arten nimmt mit zunehmender Höhe stetig ab. Etwa die Hälfte aller Oribatiden-Arten der Caatinga kommt nur in der Laubstreu am Boden vor. Dagegen ist die Zahl der Arten, die nur in Epiphyten-Proben gefunden wurden, mit 5 Arten sehr niedrig *(Ceratorchestes* sp., *Peloribates* sp., *Nasobates mirabilis, Benoibates amazonicus* und *Benoibates bolivianus);* diese kommen an anderen Orten auch am Boden vor, sodaß man sie nicht als ausschließliche Epiphytenbewohner ansehen kann (Tab. 8). Die Tatsache, daß der Anteil der Larven- und Nymphenstadien mit durchschnittlich 32 % der Oribatiden in den Zonen ab 8 m in der gleichen Größenordnung wie in den Bodenproben liegt, läßt erkennen, daß sich im Kronenbereich eine selbständige Biozönose entwickelt hat, die nicht durch ständige Einwanderung vom Boden abhängig ist. Die erhebliche Verschärfung der abiotischen Umweltfaktoren hat offenbar zur Folge, daß nur wenige Arten und Tiergruppen diesen Lebensraum besiedeln konnten, sodaß wir es tatsächlich mit einer „verarmten“ Bodenfauna zu tun haben. Auch mengenmäßig ist die Berlesefauna spärlicher als am Boden; ihre Biomasse kann man auf etwa 1/3 derjenigen in der organischen Bodenschicht schätzen.

4.3 Charakterisierung der Biotope des Inundationsgebietes

Im Gegensatz zu Terra firme-Biotopen spielt in den Überschwemmungswäldern die Höhenlage über Niedrigwasser eine erhebliche Rolle, bestimmt sie doch die Zeitdauer der Überflutung und damit die Länge der Ruheperiode. Die dürftigsten, am tiefsten gelegenen Igapó-Formationen werden bis zu 8 Monaten überflutet; in der Várzea wird diese tiefste Zone vom offenen Campo beherrscht. Die Höhenzonierung reicht bis zu Gebieten auf Uferwällen am Solimões oder entlang der Terra firme-Ufer hinauf, die nur noch in extremen Hochwasserjahren überflutet werden, und wo sich wesentlich üppigere Waldformationen entfalten. Neben der Höhenlage spielen wohl noch andere Faktoren wie Entfernung vom Flußbett und damit die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers eine Rolle, etwa für die Verfrachtung des Bestandesabfalls. Aus den genannten Gründen ist es sehr viel schwerer, „den Várzea-Wald“ oder „den Igapó“ zu charakterisieren als die Terra firme-Wälder.

Die Schichtdicke des organischen Materials am Boden schwankt an den untersuchten Standorten im Igapó zwischen 1 und 4 cm und ist mit durchschnittlich 2 cm am dürftigsten von allen Biotopen; im Várzea-Wald finden sich Streu- und Rohhumus-Ansammlungen bis zu 6 cm bei durchschnittlich etwa 3 cm Schichtdicke. Der Zersetzungs- und Umwandlungsgrad ist meist noch geringer als auf der Terra firme; unter einer meist dünnen Schicht unzersetzter Laubstreu bildet sich nur ein 1-2 cm schmaler Horizont sich zersetzender Streu und Rohhumus heraus. Der gleich darunter anstehende mineralische Boden ist im Weißwasserbereich gley-artig, lehmig, mit Rostflecken durchsetzt und häufig verfestigt; er wird zum Igapó hin zunehmend lockerer, der Sandanteil nimmt zu. Auch in den Überschwemmungswäldern wurzeln die Bäume nur sehr flach; unterhalb von 15 — 20 cm stößt man nur noch auf einzelne gröbere Wurzeln.

Die auf der Terra firme dominierenden Arthropodengruppen finden sich auch in den Überschwemmungswäldern mit Ausnahme der Termiten, die in keiner einzigen Bodenprobe auftraten. Die Siedlungsdichte der **Berlese-Fauna** ist im Várzea-Wald um 2/3 größer als in den beiden anderen Biotopen; die Biomasse läßt sich auf fast das Doppelte schätzen, bezogen auf die Volumeneinheit 500 ccm (Tab. 9). Die Exhaustorstichprobe ergibt gegenüber dem Igapó einen noch größeren Unterschied, während hier der Igapó (Solimões) der Várzea näherkommt (Tab. 11).

Charakteristische Unterschiede zeigt die Zusammensetzung der Bodenfauna nach Tiergruppen : der Anteil der Milben an der Berlesefauna steigt von 68 % im Várzea-Wald über 74 % im Igapó (Solimões) auf 82 % im Igapó. Im gleichen Maße sinkt der Anteil der Collembolen und der übrigen Tiergruppen von über 20 % auf 13 % bzw. von 10 % über 6 % auf 5 % (Tab. 9). Bei der Makro-Fauna steigt der Anteil der Collembolen von 28 % im Várzea-Wald über 69 % auf 76 % im Igapó; im Igapó (Solimões) und Igapó dominieren damit die Collembolen ganz einseitig; die beiden nächst häufigen Gruppen, Ameisen und Spinnen, kommen nur noch auf rund 10 % und 8 %. Die Oberflächenfauna der Várzea-Wälder ist viel ausgeglichener; den Collembolen mit 28 % folgen die Käfer mit 19 %, Spinnen mit 16 %, Ameisen mit 13 % (Tab. 11). Allerdings darf man die Genauigkeit der Zahlen nicht überbewerten, da es sich nur um jeweils eine Stichprobe handelt. Insgesamt kann man feststellen, daß die Siedlungsdichte sämtlicher Tiergruppen im Várzea-Wald deutlich größer ist als im Igapó. Auf die Flächeneinheit 1 qm bezogen ergibt sich folgendes Bild (vergl. S.)

	Várzea-Wald	Igapó (Solimões)	Igapó
Abundanz (Ind/qm)	40.000	20.000	13.000
Biomasse (g/qm)	4.800	2.100	1.200

Abundanz und Biomasse der Berlese-Fauna sind im Várzea-Wald infolge der größeren Dicke der organischen Bodenschicht 3 — 4 mal größer als im Igapó, was die Stichprobenwerte der Oberflächenfauna bestätigt; die Werte für den Igapó (Solimões) liegen dazwischen.

Der direkt an die organische Schicht anschließende obere Horizont des mineralischen Bodens ist dagegen im Igapó offensichtlich besser besiedelt als im Várzea-Wald; Individuendichte und Biomasse machen im ersten 1/6, im letzten weniger als 1/10 derjenigen des Oberbodens aus (Tab. 10). Grund hierfür dürfte die unterschiedliche Bodenstruktur sein. Die Bodentiere können in den lockeren, hohlraumreicheren Boden des Igapó besser eindringen als in den verfestigten, gley-artigen Várzeaboden. Günstige Bodenstruktur und gegenüber dem Igapó besseres Angebot an Nahrungsstoffen bedingen wahrscheinlich die im Igapó (Solimões) mit über 1/4 der Individuendichte der organischen Schicht ungewöhnlich starke Besiedlung des oberen mineralischen Bodens.

Die qualitative Analyse zeigt zunächst, daß in der Berlesefauna von Várzea und Igapó die Milben zunehmend einseitiger dominieren, und daß besonders die übrigen Tiergruppen außer Milben und Collembolen im Igapó stark zurücktreten, wenn auch keine der die Várzea bewohnenden Tiergruppen im Igapó ausfällt. Unter den Milben stellen die **Oribatiden** mit 67 % bis 79 % im Durchschnitt die stärkste Gruppe, ohne signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Biotopen. Die durchschnittliche Artenabundanz ist im Igapó (Sõlimoes) mit 20 Arten/Probe am höchsten und fällt zum Várzea-Wald hin auf 18, zum Igapó auf 14 ab. Der Igapó stellt eindeutig die artenärmste Biozönose dar, wie auch die maximalen Abundanzwerte zeigen : Várzea-Wald 30, Igapó (Solimões) 33 und Igapó 19 (Tab. 12). Die Gesamtzahl der Oribatiden-Arten in den Überschwemmungswäldern läßt sich auf 75 bis 90 schätzen.

Die Differenzierung der Oribatiden entsprechend den 3 Biotopen ist gering. Nur 5 Gattungen mit 5 — 6 Arten sind als Differentialgattungen der Várzea anzusprechen; sie wurden im Igapó überhaupt nicht gefunden (Tab. 14). Im Igapó ließen sich überhaupt keine Differential-Gattungen feststellen. Dagegen läßt sich der Igapó (Solimões) recht gut von den beiden anderen Biotopen unterscheiden, und zwar grenzen ihn 2 Gattungen mit 4 Arten *(Eremulus translamellatus, Eremulus sp., Malaconothrus pilosellus, Malaconothrus sp.)* gegenüber dem Igapó ab, 3 Gattungen mit je einer Art gegenüber dem Várzea-Wald *(Microtegeus sp., Amazoppia tricuspidata, Plateremaeus sp.)*; 4 Gattungen mit 5 — 6 Arten kann man als Differential-Gattungen des Igapó (Solimões) ansehen

(Suctobelba mit 2 — 3 Arten, *Eohypochthonius gracilis, Nanhermannia sp.* und *Acaronychus proximus).*

Dies ist insofern etwas überraschend, als der Igapó (Solimões) als Übergangsgebiet zwischen Várzea und eigentlichem Igapó eine Mischfauna beider beherbergen sollte. Die Feststellung, daß von den Differential-Gattungen mit 12 — 13 Arten, die im Igapó (Solimões) ihr Präsenzmaximum haben, nur *Nanhermannia sp.* nicht in einem der beiden anderen Biotope gefunden wurde (Tab. 14), macht die Annahme wahrscheinlich, daß der Igapó (Solimões) tatsächlich ein Mischgebiet der Faunen von Igapó und Várzea darstellt, in dem besonders günstige Bedingungen Arten aus beiden Gebieten optimale Entfaltungsmöglichkeiten bieten. Die mit durchschnittlich 20 Arten/Probe höchste Artenabundanz der Überschwemmungswälder im Igapó (Solimões) bildet einen weiteren Grund für diese Annahme.

Es gibt nach dem bisherigen Stand der Kenntnisse nur wenige Familien und Gattungen, die in allen Biotopen häufig bis sehr häufig auftreten, und die Zusammensetzung der Bodenfauna unterscheidet sich sehr von Probenstelle zu Probenstelle. In den Inundationsgebieten sind demnach die Standortbedingungen innerhalb eines Biotops für die Entfaltung der Bodenfauna von großer Bedeutung.

4.4 Vergleich von Terra firme und Inundationsgebiet

Die Siedlungsdichte der Meso-Arthropodenfauna der Berlese-Proben schwankt auf der Terra firme nur wenig um 1100 Individuen/Probe. Im Inundationsgebiet kommt nur diejenige des Várzea-Waldes an diesen Wert heran und die Schätzwerte der Biomasse sind hier sogar höher als die für die Terra firme; die beiden Igapó-Biotope fallen dagegen deutlich ab.

Für die Makro-Arthopodenfauna der Oberflächenaufsammlungen lassen sich nur die Exhaustor-Proben vergleichen. Die beiden Stichproben auf der Terra firme erbrachten Individuenzahlen von 150 und 200 pro qm. Die Werte der Stichproben im Inundationsgebiet weichen erheblich voneinander ab : 235 Individuen/qm im Igapó entsprechen den Zahlen der Terra firme; im Igapó (Solimões) und Várzea-Wald wurden aber 2 — 3 mal mehr größere Arthropoden gefangen als in den vorgenannten Biotopen.

In allen untersuchten Inundationsbiotopen ist das Verhältnis Makro- zu Meso-Arthropodenfauna bedeutend größer als auf der Terra firme. Das beruht besonders auf der starken Zunahme der epigäischen Collembolen, der Spinnen und großen Käfer wie Staphyliniden und Carabiden in den Inundationsgebieten (SCHUBART & BECK 1968). Gerade diese Gruppen trifft man in großen Ansammlungen entlang des Flußsaumes bei ansteigendem Wasser, da diese Tiere vor dem Wasser ins Innere der Wälder wandern (BECK 1969). Offensichtlich sind diese Formen bei der Wiederbesiedlung nach Trockenfallen den übrigen Arthropoden durch ihre Fähigkeit überlegen, schnell größere Strecken zu wandern, was zu der beträchtlichen Erhöhung ihres Anteils an der Gesamtfauna in den durch erhebliche horizontale Wasserbewegungen geprägten Biotopen führt.

Weiterhin fällt auf, daß in keiner Probe aus dem Inundationsgebiet Termiten ausgelesen wurden. Wir müssen daraus schließen, daß dieser Gruppe, wenn sie überhaupt am Boden in Überschwemmungswäldern vorkommt, bei weitem nicht die Bedeutung zufällt wie auf der Terra firme.

Die obere Schicht des mineralischen Bodens ist im Hochwald der Terra firme, wo er lehmig-tonig und hohlraumarm ist, etwa 1/10 so stark besiedelt wie der organische Oberboden; ähnlich liegen die Verhältnisse in dem gley-artig verfestigten Várzeaboden; in Biotopen mit sandigem, hohlraumreicherem Boden steigt die Besiedlungsdichte sowohl auf der Terra firme wie im Inundationsgebiet auf 1/5 bis 1/4 derjenigen der organischen Bodenschicht an.

Insgesamt läßt sich feststellen, daß die Besiedlungsdichte des Bodens im Várzea-Wald nach Individuendichte und Biomasse der Arthropoden derjenigen des Hochwaldes der Terra firme entspricht, wobei die Makrofauna sogar die des Hochwaldes deutlich übertrifft. Der Igapó dagegen erweist sich gegenüber allen anderen Biotopen als bedeutend

spärlicher besiedelt; die Arthropodenfauna ist hier mengenmäßig extrem arm.

Unter der Milbenfauna machen die **Oribatiden** zwischen 58 % und 79 % aus; ihr Anteil ist in den beiden Igapó-Biotopen am höchsten, in der Caatinga am niedrigsten. Der Prozentsatz juveniler Tiere, die mit der Berlese-Methode nicht so gut erfaßt werden wie die adulten, liegt sowohl auf der Terra firme als auch in den Inundationsgebieten zwischen 13 % und 26 %. Wenn man davon ausgeht, daß sich die Oribatidenfauna auf der Terra firme jahreszeitlich unabhängig im Klimaxstadium befindet, dann kann man folgern, daß die durchschnittlich 5 — 6 Monate, die die Probenorte im Inundationsgebiet zum Zeitpunkt der Probenentnahme trocken lagen, ausreichen, eine ausgewogene Population aufzubauen.

Grundlegend unterscheiden sich Terra firme und Inundationsgebiet in der Artenzahl und Artenzusammensetzung. Liegen die Schätzwerte für die gesamte Artenzahl der Oribatiden in unseren Terra firme-Proben nur um die Hälfte über denen des Inundationsgebietes, so ist die durchschnittliche Artenabundanz auf der Terra firme mindestens doppelt so groß. Die Werte an den einzelnen Standorten auf der Terra firme schwanken nur sehr gering zwischen 38 und 43 Arten/Probe, im Inundationsgebiet erheblich zwischen 12 und 24 Arten/Probe. Die Maximalwerte für eine einzelne Probe wurden für das erste Gebiet auf 50, im letzten auf 33 geschätzt. Vergleicht man die nach Individuendichte und Biomasse nahezu gleich besiedelten Biotope Hochwald und Várzea-Wald miteinander, so ergibt sich im ersten eine mit 41 Arten/Probe durchschnittlich über doppelt so große Artenzahl. Aus der Differenz zwischen der nur um 1/3 niedrigeren Gesamt-Artenzahl und der um 3/5 niedrigeren Artenabundanz ergibt sich eine wesentlich größere Unstetigkeit in der Besiedlung des Varzea-Waldes; in einer Probe erfaßt man hier durchschnittlich 22 % der gesamten Arten des Biotopes gegenüber 34 % im Hochwald der Terra firme. Die Artenarmut und die Unstetigkeit der Besiedlung nimmt im Igapó noch bedeutend zu.

Ein Vergleich der Zusammensetzung der Oribatidenfauna nach Familien, Gattungen und Arten bestätigt die im Vergleich zu Terra firme-Biotopen weit größere Unstetigkeit der Besiedlung der Inundationsbiotope. Nur die 3 artenreichsten Familien überhaupt kommen in allen 3 Biotopen des Inundationsgebietes sehr häufig vor, außerdem die für alle feuchten Biotope der Neotropis charakteristische Art *Rostrozetes foveolatus.* Weitere 4 Familien und 11 Gattungen kommen in wenigstens 2 oder 3 Biotopen häufig bis sehr häufig vor und fehlen in keinem Biotop ganz. Dem stehen auf der Terra firme 10 überall sehr häufige Familien und 2 Arten, *Rostrozetes foveolatus* und *Spathulocepheus amazonicus*, gegenüber. Alle in sämtlichen Inundations-Biotopen verbreiteten bis sehr häufigen Familien sind auch auf der Terra firme häufig bis sehr häufig.

Auf dem Gattungsniveau beginnt die Differenzierung, die schließlich auf dem Artniveau sehr deutlich wird : von den 12 auf der Terra firme überall häufigen bis sehr häufigen Gattungen sind nur *Rostrozetes* und *Afronothrus* in den Inundationsgebieten gleich häufig vertreten (Tab. 5, 13). Nach dem derzeitigen Stand der Determination des Materials lassen sich 19 Arten feststellen, die nur auf der Terra firme vorkommen :

Malacoangelia remigera	*Neocarabodes sexpilosus*
Archegozetes longisetosus	*Arceremaeus sp.*
Hermanniella s.l. (2 Arten)	*Sternoppia reticulata*
Heterobelba crassisetosa	*Beckiella foveolata*
Heterobelba oxapampensis	*Cavernocepheus monstruosus*
Heterobelba n. sp.	*Dolicheremaeus amazonicus*
Cultroribula sp.	*Rostrozetes carinatus*
Xenillus brasilianus	*Rostrozetes rimachenensis*
Spathulocepheus amazonicus	*Rostrozetes n. sp.*

Diesen Arter stehen nur 4 gegenüber, die ausschließlich in Inundationsbiotopen gefunden wurden :

Ctenacarus barbatus	*Trimalaconothrus sp.*
Pterochthonius sp.	*Haplozetes minimicoma.*

wobei die letztgenannte Art aber bereits im Bergwald am Westrand des Amazonasbeckens festgestellt wurde. Mit dem Fortschreiten der Determination des Tiermaterials wird sich besonders die erste Liste mit Sicherheit wesentlich verlängern; im Ganzen dürfte die Relation der nur in einem der beiden Groß-Lebensräume vorkommenden Arten mit etwa 5 : 1 erhalten bleiben, während sich die Gesamt-Artenzahl etwa wie 3 : 2 verhält.

Insgesamt läßt sich feststellen, daß sich die Terra firme-Wälder gegenüber den Überschwemmungswäldern durch viele nur ihnen eigentümliche Arten als eigenständiger Lebensraum (Biom) erweisen, während die Überschwemmungswälder im wesentlichen von einer Anzahl von Terra firme-Arten besiedelt werden, zu denen nur sehr wenige endemische Arten treten. Dies überrascht insofern, als man in dem durch extreme Schwankung der Umweltfaktoren gekennzeichneten Lebensraum des Inundationsgebietes eine größere Zahl speziell angepaßter und nur hier vorkommender Arten erwarten sollte.

4.5 Vergleich des zentralen mit dem randlichen amazonischen Regenwaldgebiet

Ein Vergleich ist in erster Linie mit 2 Gebieten möglich, in denen Aufsammlungen von der gleichen Forschungsreise 1965/66 vorliegen (siehe Abb. 2).

1. Gebiet um **Guajará-Mirim** am Rio Mamoré (Território de Rondônia). Die Proben wurden entlang einer Straße genommen, die von Guajará-Mirim nach Osten zur Hügelkette der Pacaas Novos führt. Geologisch gehört das Gebiet zum mesozoischen Randstreifen im Süden des Amazonasbeckens, der die lange Kette der Serra do Parecis bildet. Das Klima gehört nach REINKE (1962) zum „Awi"-Typ, d.h. zum tropischen Savannenklima mit gemäßigtem Jahresgang der Temperatur, Jahresniederschlag um 1600 mm, Jahresmittel der Temperatur um 25,5°C. Das Klima, das noch keine scharfe Trockenzeit kennt, läßt durchaus noch einen üppigen Regenwald gedeihen, der aber im weiteren Umkreis um Guajara-Mirim nicht mehr ursprünglich sein dürfte. Untersucht wurden folgende Standorte :

1a) ein dichter Wald auf lehmigem Sandboden, der sich zumindest seit einigen Jahrzehnten ungestört entwickeln konnte (BP 42, 45); Streuschicht und Rohhumus zusammen etwa 4 cm mächtig.

1b) Niedriger, schütterer Bewuchs mit Cecropien und Palmen auf einem Sandsteinrücken etwa 50 m über dem Geländeniveau auf reinem, rotbraunem Sand und anstehendem Fels; organisches Material etwa 3—4 cm mächtig (BP 43,44);

1c) fast trockener Standort mit Caatinga-ähnlichem Wald mit extrem dünner Streulage von etwa 2,5 cm auf reinem Sand (BP 46);

1d) sehr dichter Wald auf sumpfigem Boden mit Bülten und Wasserlöchern und teilweise 10 cm dicken Laubansammlungen auf Lehmboden; teilweise unter Wasser (BP 41). Die Probenstellen 42 — 46 geben zusammen einen guten Querschnitt durch die Waldbiotope bei Guajará-Mirim; Stelle 41 ist mit Standorten in der Umgebung von Manaus kaum vergleichbar.

2. **Rio Negro**—Gebiet bei Barcelos und Mündungsgebiet des **Rio Branco** (Território do Roraima). Geologisch und klimatisch dem rund 400 km entfernten Gebiet um Manaus sehr ähnlich, lassen sich 2 Probenstellen (BP 67, 71) auf der Terra firme mit dem entsprechenden Gebiet um Manaus vergleichen. Die beiden übrigen Biotope sind ein Várzea-Wald am Rio Branco (BP 68, 70) und ein Igapó am Rio Cuiuni (BP 69). Die beiden Überschwemmungswaldbiotope sind nur sehr bedingt mit denjenigen bei Manaus vergleichbar, da mir keine genaueren Daten über Dauer der Überflutung, Zeit seit Trockenfallen u.a. bekannt sind.

3. Bedingt vergleichbar sind auch die Daten von der Forschungsreise F. Schallers 1956/57 nach Peru, die unter anderem das westliche Amazonasgebiet bei **Tingo Maria** und um **Iquitos** zum Ziel hatte (vergl. BECK 1963, WINTER 1963). Zu einem

exakten Vergleich müßten die Proben neu durchgearbeitet werden, da Terra firme und Inundationsgebiet nicht unterschieden wurden.

Der Terra firme-Biotop im Mündungsgebiet des Rio Branco ist in jeder Hinsicht dem Hochwald-Biotop bei Manaus vergleichbar. Die Individuendichte der Berlese-Fauna ist mit 853 Individuen/Probe zwar gut 1/5 niedriger, Biomasse und Zusammensetzung der Fauna sind jedoch sehr ähnlich. Mit dem Hochwald der Reserva Ducke ergibt sich eine noch bessere Übereinstimmung. Milben, Collembolen und die übrigen Tiergruppen sind mit etwa den gleichen Prozentsätzen in der Berlesefauna vertreten wie auf der Terra firme bei Manaus; nur Käfer wurden in merklich größerer Zahl ausgelesen. Der sehr viel geringeren Zahl der Wurzelläuse ist keine große Bedeutung beizumessen, da diese stets nur mehr oder weniger zufällig mit 500 ccm-Proben erfaßt werden (Tab. 15).

Die Berlese-Proben aus den 3 ähnlichen Waldbiotopen bei Guajará-Mirim zeigen eine geringfügig höhere Gesamt-Individuenzahl der Berlese-Fauna gegenüber den Terra firme-Biotopen bei Manaus; die Biomasse ist um durchschnittlich 30 % größer. Die Zusammensetzung der Berlese-Fauna gleicht der bei Manaus; wie im Rio Negro-Rio Branco-Gebiet ist auch hier die Zahl der Käfer merklich größer (Tab. 16). Der mineralische Boden, bis 15 cm Tiefe überwiegend rotbrauner Sand, teilweise etwas lehmig und mit Wurzeln durchzogen, ist hier bedeutend stärker besiedelt als auf der Terra firme von Manaus. Die Berlesefauna erreicht hier fast 1/3 der Individuendichte der organischen Bodenschicht bei exakt gleichem Anteil von Milben und Collembolen wie bei Manaus, wo sie zusammen 93 % ausmachen (Tab. 17). Besonders hinzuweisen ist auf die Feststellung, daß Pauropoden, Symphylen, Campodeiden, Japygiden und Proturen hier im mineralischen Boden häufiger zu finden sind als in der Streuschicht; es sind durchweg kleine, zarthäutige und unpigmentierte Formen, die im oberen Mineralboden heimisch sind und anzeigen, daß sich in der Umgebung von Guajará-Mirim ein echtes Euedaphon als eigenes Glied der Biozönose des Waldbodens entfalten kann, im Gegensatz zum zentralen Amazonasgebiet.

Die Milbenfauna nimmt überall einen gleichmäßig hohen Anteil von etwa 80 % an der Berlesefauna ein. Im Rio Negro-Rio Branco-Gebiet dominieren die Oribatiden unter den Milben mit über 79 % ebenso wie auf der Terra firme von Manaus. Ihre Abundanz jedoch ist mit durchschnittlich 29 Arten/Probe fast 1/3 niedriger als bei Manaus. Soweit bisher die Arten determiniert sind, fehlen hier von den bei Manaus verbreiteten bis sehr häufigen Arten

Cultroribula sp.
Rostrozetes rimachensis
Fosseremus saltaensis
Malacoangelia remigera
Amazoppia tricuspidata
Charassobates sp.
Charassobates simplex.

Die ersten 4 Arten der Liste wurden bereits im westlichen Amazonasgebiet bei Iquitos und teilweise am Andenosthang gefunden. Bislang wurden 3 Arten, *Nothrus sp.*, *Hermannia sp.*, *Oribatella sp.*, ausschließlich im Rio Negro — Rio Branco -Gebiet gefunden.

Bei Guajara-Mirim sinkt der Anteil der Oribatiden an der Milbenfauna bereits deutlich ab. In den in ihrer Physiognomie mit denen bei Manaus vergleichbaren Wäldern bei Km 12,5 und 9,5 machen die Oribatiden noch 73 % aus und erreichen hier die höchste durchschnittliche Artenabundanz mit 43 Arten/Probe. In den degradierten Biotopen auf dem Sandsteinrücken und bei Km 6 sinkt ihr Anteil auf 56 % bis 58 %, und die Artenabundanz auf 34 und 35 Arten/Probe ab. SCHUSTER (1969) stellte ein ähnliches Abweichen der Prozentzahlen in ebenfalls als degradiert anzusehenden Eukalyptus-Wäldern in Brasilien fest. Die Gesamt-Artenzahl der Oribatiden in unseren Proben aus

Guajará-Mirim liegt mit geschätzten 90 bis 110 Arten unter den Werten für Manaus und die durchschnittliche Artenzahl/Probe entspricht mit 38 nicht ganz den dortigen Verhältnissen. Eine Reihe von Arten aus Manaus wurde hier nicht gefunden :

Spathulocepheus amazonicus
Epactozetes sp.
Mesoplophora sp.
Hermanniella s.l. (1-2 Arten)
Acaronychus proximus
Charassobates sp.
Charassobates simplex
Cultroribula sp.
Rostrozetes rimachensis

Die ersten 5 Arten wurden bislang außer bei Manaus in den Proben vom Rio Negro — Rio Branco gefunden, die beiden letzten auch bei Iquitos.

BALOGH & MAHUNKA (1969) haben jüngst 22 Arten aus der Gegend von Guajará-Mirim, vorwiegend von der bolivianischen Seite des Mamoré-Gebietes, beschrieben. Von diesen fanden sich 10 in unseren Proben aus der Gegend von Manaus, 9 weitere wurden noch nicht überprüft und nur 3 Arten wurden nicht bei Manaus gefunden : *Allodamaeus trisetosus*, *Uracrobates incertus* und *Oribatella serata*.

Der Vergleich der Besiedlungsdichte der Gesamt-Berlesefauna, der Milben sowie der Oribatiden zwischen den Gebieten um Manaus, Guajará-Mirim und Rio Negro — Rio Branco zeigt, daß die Lebensbedinungen in den randlichen Gebieten keineswegs schlechter sind und teilweise sogar günstigere Entfaltungsmöglichkeiten bieten.

Die nach Geologie, Klima und Vegetation denen bei Manaus sehr ähnlichen Biotope im Rio Negro-Rio Branco-Gebiet haben dennoch eine deutlich geringere Artenabundanz, die sehr wahrscheinlich durch den Ausfall vieler Arten des zentralen Gebietes zustandekommt, denen nur wenige endemische Arten gegenüberstehen. Das Gleiche gilt für das westliche Amazonasgebiet bei Iquitos. Zwar dürfte sich die in der Bearbeitung des Peru-Materials (BECK 1963) ermittelte Artenabundanz von 18 — 19 Oribatiden-Arten/Probe bei nochmaligem Durcharbeiten und Trennen von Terra firme und Inundations-Proben etwas erhöhen — Palaeacaroidea und Brachychthoniidae beispielsweise wurden damals nicht berücksichtigt — doch zeigen auch die Zahlen der maximalen Artenabundanz mit 25 — 30, daß die Artenzahlen allenfalls die des Rio Negro — Rio Branco-Gebietes erreichen können, aber keinesfalls die des zentralen Amazonasgebietes. Von den bei Iquitos und Tingo Maria gefundenen und in den Proben aus Manaus inzwischen überprüften 23 Arten sind 20 beiden Gebieten gemeinsam und nur *Rostrozetes glaber*, *Heterobelba barbata* und *Beckiella carinata* sind im westlichen Amazonasgebiet endemisch.

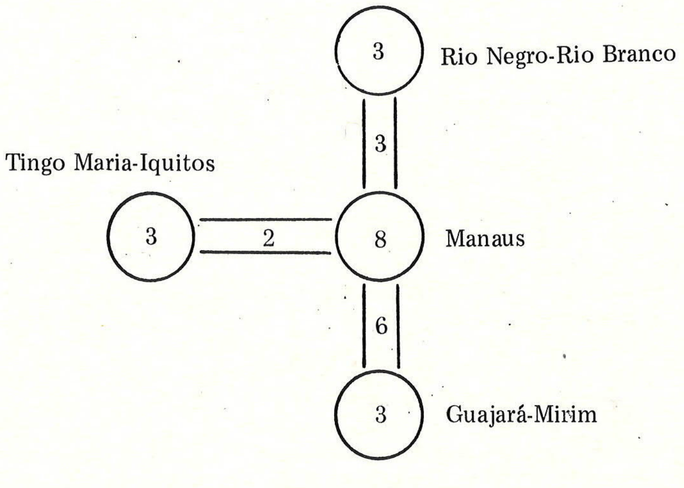
Das südliche Randgebiet bei Guajará-Mirim unterscheidet sich geologisch, klimatisch und pflanzensoziologisch bereits deutlich vom zentralen Teil. Trotz des Ausfalls beachtlich vieler Arten aus letzterem in Guajará-Mirim, ist die Artenabundanz nicht wesentlich niedriger, an günstigen Standorten ebenso hoch, wie der Maximalwert von 48 Oribatiden-Arten/Probe anzeigt. Dennoch sind bislang nur 3 endemische Arten bekannt, denen 9 bei Manaus heimische Arten gegenüber stehen, die hier fehlen und 10 Arten, die sowohl bei Manaus wie hier vorkommen. Offenbar ist hier an günstigen, dem zentralamazonischen Urwald ähnlichen Biotopen, eine ähnlich vielfältige Fauna wie dort zu finden; in den Cerrado-ähnlichen Biotopen aber verarmt die gleiche Fauna, ohne daß eine größere Zahl von Arten aus verwandten Biotopen im Süden, etwa dem Chaco, hinzutritt. Das südliche Randgebiet bei Guajará-Mirim ist also durchaus noch bodenzoologisch zum Amazonasbecken zu rechnen; es deutet sich aber bereits eine Verarmung der Bodenfauna an, die durch weniger günstige abiotische Umweltfaktoren bedingt ist.

Das zentrale Amazonasgebiet um M a n a u s , und zwar die Biotope der Terra firme, zeichnet sich durch die von allen Regionen größte Zahl bislang gefundener endemischer Arten aus; es sind dies

Parhypochthonius sp.	*Cavernocepheus monstruosus*
Trimalaconothrus sp.	*Beckiella foveolata*
Sternoppia reticulata	*Charassobates simplex*
Hamotegeus granulatus	*Charassobates ornatus*

Die Tatsache, daß die Artenzahl im zentralen Gebiet um Manaus nach den bisherigen Untersuchungen am höchsten ist, dürfte auf zwei Gründe zurückzuführen sein :

1. Die Zahl der endemischen Arten ist hier sehr wahrscheinlich am größten, und
2. hat es zusätzlichen Anteil an den Randgebiets-Faunen aus allen Richtungen, wie im folgenden Schema dargestellt :



Die Zahlen in den Kreisen bedeuten hierbei die endemischen Arten der Regionen, die in den Verbindungslinien zwischen den Kreisen die nur 2 Regionen gemeinsamen Arten. Es sind dies bei

Manaus/Guajará-Mirim

Malaconothrus neoplumosus	*Eremulus rigidisetosus*
Nasobates mirabilis	*Licnozetes flabellifera*
Amazoppia tricuspidata	*Benoibates amazonicus*

Manaus/Tingo Maria-Iquitos

Rostrozetes rimachensis	*Cultroribula sp.*

Manaus/Rio Negro-Rio Branco

Hermanniella sp.	*Neocarabodes sexpilosus*
Spathulocepheus amazonicus	

Für eine weiträumige geographische und ökologische Gliederung des A m a z o n a s - g e b i e t e s reicht das vorliegende Material noch nicht aus; es bedarf auch einer weiteren Determination des Tiermaterials, um genauere Aussagen über Vorkommen, Verbreitung und Umweltansprüche treffen zu können. Bislang steht fest, daß ein großer Teil der Arten im gesamten Amazonasbecken vorkommt, soweit die Regenwälder reichen und vermutlich mit den Regenwäldern auch in Gebiete außerhalb des Amazonasbeckens nach Norden und Süden vordringen (vergl. SCHUSTER 1969). Sie gehören u.a. zu den Gattungen

Eohypochthonius	*Eremulus*
Epilohmannia	*Heterobelba*
Afronothrus	*Xenillus*
Malaconothrus	*Rhynchoribates*
Allonothrus	*Lamellobates*
Plateremaeus	*Allozetes*
Microtegaeus	*Parakalumma*
Ceratorchestes	*Haplozetes*
Eremobelba	*Rostrozetes*

5. DIE BEDEUTUNG DER BODENFAUNA IM REGENWALD

Unter Bedeutung der Bodenfauna sei hier ihr Einfluß auf die Bodenbildung verstanden, die man als Umwandlung des mineralischen Subtrats einerseits und des organischen Bestandesabfalls andererseits auffassen kann. Die Leistung der Bodentiere entspringt hierbei im wesentlichen der Fraß- oder der Fortbewegungs-Aktivität.

Die Wirksamkeit der F r a ß a k t i v i t ä t hängt von der Ernährungsweise der Tiere ab, die wir in 3 E r n ä h r u n g s t y p e n einteilen :
Detritivore oder Saprophage, die in Erstzersetzer, deren Nahrung aus pflanzlichem Bestandesabfall besteht, und Folgezersetzer unterteilt werden, die auf dem Bestandesabfall gedeihende Organismen wie Pilze oder Exkremente anderer Bodentiere fressen; Carnivore, die sich vorwiegend von den beiden ersten, saprophagen Gruppen ernähren.
Die spezifische Wirkung der Erstzersetzer liegt darin, daß sie Fallaub durch Zerstören der Epidermis, Oberflächenvergrößerung und Umstrukturierung der Blattsubstanz den Bakterien und Pilzen leichter zugänglich machen. Es handelt sich dabei stets um ein Wechselspiel zwischen Bodentieren und den übrigen Organismen, bei dem der Initialeffekt meist von Mikroorganismen, vorwiegend pektin-vergärenden Bakterien ausgeht (DUNGER 1964). Die Weiterverarbeitung durch Folgezersetzer führt zu einer starken Zerkleinerung und Vervielfachung der Oberfläche der organischen Partikel, die damit beste Voraussetzungen für den mikrobiellen Abbau bieten.
Die Wirkung der F o r t b e w e g u n g s a k t i v i t ä t besteht vor allem im Lockern, Krümeln und Durchmischen von mineralischen und organischen Partikeln und beeinflußt damit wesentlich die physikalischen Eigenschaften wie Sauerstoff- und Wassergehalt des Bodens.
In unseren Breiten vollzieht sich die gesamte B o d e n b i l d u n g unter wesentlicher Beteiligung der B o d e n f a u n a , deren Wirksamkeit neben der Zersetzungszeit des Fallaubes die Art der Humusbildung stark beeinflußt. Leicht zersetzbare Streu wird bei hoher Besatzdichte der Bodenfauna an günstigen Standorten zur optimalen Humusform Mull umgewandelt; an weniger günstigen, z.B. sehr nassen Standorten, bildet sich Moder, unter immer noch starker Beteiligung der Bodenfauna; im Rohhumus, der beispielsweise auf staunassen, sauren Böden entsteht, ist der Anteil der Bodentiere beim Abbau der Pflanzenreste gering. Erstzersetzer sind vor allem Diplopoden, Asseln, Dipterenlarven, Schnecken; dazu kommen teilweise Regenwürmer, Collembolen und Oribatiden. Ihre Tätigkeit beginnt mit dem sog. Fenster- und Lochfraß, durch den die Oberfläche der Blätter geöffnet wird und endet als Skelettfraß mit der völligen Zerstörung der Blattstruktur. Als Folgezersetzer kommen vor allem die Kleinarthropoden Collembolen, Milben sowie Käferlarven, Enchytraeiden und Regenwürmer in Betracht. Die wichtigste Rolle der Regenwürmer besteht aber in der Bildung von Ton-Humus-Komplexen, die sich aus organischen und mineralischen Partikeln bei der Darmpassage bilden, und der damit

verbundenen Stabilisierung des Humus. Daneben kommt der lokomotorischen Aktivität der Regenwürmer und anderer großer Bodentiere hohe Bedeutung für Wasserführung und Sauerstoffgehalt des Bodens zu.

Die chemischen Vorgänge beim Abbau des pflanzlichen Bestandesabfalls lassen sich sehr vereinfacht in folgendes Schema bringen (Abb. 20) : Bakterien und Pilze und Bodentiere spalten die Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße und Gerüstsubstanzen in niedermolekulare Bruchstücke, die sie nur zum geringsten Teil verdauen. Diese niedermolekularen Verbindungen werden entweder von Bakterien vollständig mineralisiert oder in oxydativen Prozessen zu hochmolekularen Humusstoffen umgewandelt. Pilze und Aktinomyzeten können diese wieder spalten und dem Abbau zuführen. Regenwürmer, in gewissem Umfang auch Enchytraeiden und Dipterenlarven, können sie als Ton-Humusverbindung stabilisieren. Die Bodentiere greifen an 3 Stellen in diesen Prozeß ein : Mit ihrer Fraßaktivität bei der chemischen und physikalischen Umstrukturierung des Bestandesabfalls, mit ihrer Fortbewegungsaktivität, die die Lockerung und Durchlüftung des Bodens bewirkt und damit den zum Aufbau der Humusstoffe notwendigen Sauerstoff liefert und mit der Bildung der Ton-Humusverbindungen.

In den Terra firme-Böden im Regenwald fällt vor allem die geringe Dicke der organischen Schichten auf. Unter einer dünnen Lage mehr oder weniger frisch gefallenen, unzersetzten Laubes findet man in 1 bis 3 cm dicker Schicht von oben nach unten eine Abfolge immer stärker zersetzter Blattstrukturen, die aber nur zum geringen Teil wirklich verarbeitet und vor allem nicht mit dem Mineralboden durchmischt ist. Der Abbau geht also nur wenig über die Rohhumusstufe in Richtung Moder hinaus.

Andererseits ist die jährliche Streuproduktion nach KLINGE & RODRIGUES (1968) im Terra firme-Hochwald mit 6,7 bis 7,9 t/ha immerhin um das Dreifache höher als in Wäldern der gemäßigten Breiten, wo sie 2 – 3 t/ha ausmacht. Weiterhin läßt sich feststellen, daß unter der Bodenfauna die gleichen Tiergruppen zu finden sind, meist auch in vergleichbaren Individuenzahlen, wie in unseren Breiten. Das führt zu der Frage, worauf dieses paradoxe Verhältnis zwischen Primärproduktion und Humusbildung im Regenwald zurückzuführen ist. Einen ersten Hinweis zur Beantwortung dieser Frage gibt die stichprobenartige Untersuchung des **Darminhalts** einiger Tiere; beispielsweise verarbeiten Asseln als Erstzersetzer in mitteldeutschen Auwäldern etwa 1/6 der jährlich anfallenden Streumenge (DUNGER 1964). Darmausstriche von Asseln aus der Reserva Ducke ließen nur Pilzhypen und -sporen erkennen (Abb. 21).

KUBIENA stellte in Proben aus der organischen Bodenschicht von amazonischen Regenwäldern einen ungewöhnlich hohen Anteil an Pilzhypen fest (SCHALLER, mündliche Mitteilung). Von mitteleuropäischen Fichten-, Kiefern- und Heidestandorten ist bekannt, daß der geringe Mineralgehalt und der damit verbundene niedere pH-Wert des Bodens den Abbau durch azidophile Pilze fördern (MÜLLER 1965). KLINGE & RODRIGUES (1968) bemerken : „The by tropical standards, poor quality of the Amazon forest and its litter is indicated not only by a low litter production, but also by low nutrient contents of the litter".

Aus dem Gesagten läßt sich folgern, daß die Erstzersetzung des Bestandesabfalls im amazonischen Regenwald unter dem beherrschenden Einfluß der Pilze vonstatten geht. Die rel. hohe Temperatur von 25° bis 27°C bei gleichzeitiger großer Feuchtigkeit bietet Pilzen und Bakterien optimale Wachstumsbedingungen; dabei werden die Pilze wegen des niedrigen pH-Wertes, der in den extrem sauren Caatingaböden bis unter 4 sinken kann (KLINGE 1965), bevorzugt. Man kann annehmen, daß es zur Nahrungskonkurrenz zwischen Pilzen und Erstzersetzern unter den Bodentieren kommt, in deren Folge sich die Tiere weitgehend auf Pilze als Nahrungsbasis umstellen. Der Anteil an Erstzersetzern dürfte damit weit hinter denjenigen der Folgezersetzer zurücktreten. Für die Folgezersetzer steht aber somit kaum vorverarbeitetes Fallaub zur Verfügung, wie sie es in Wäldern gemäßigter Klimate einmal in den durch den Loch- und Skelettfraß zerkleinerten

Blättern, zum anderen in den Kotballen der Erstzersetzer vorfinden, die einen großen Teil der Blattsubstanz unverdaut ausscheiden. Somit dürften auch die zahlreichen Kleinarthropoden wie Milben und Collembolen, die nach SCHUSTER (1956) in mitteleuropäischen Böden bereits häufig Pilze als Nahrung annehmen oder bevorzugen, sich vorwiegend von Pilzen ernähren.

Um die **Fraßleistung** der Detritivoren aus dem Regenwald zu ermitteln, haben wir einige Fütterungsversuche mit Asseln und Diplopoden im limnologischen Labor des Instituto Nacional des Pesquisas da Amazônia in Manaus durchgeführt.

Tieren unterschiedlicher Größe aus verschiedenen Biotopen der Reserva Ducke wurde teilweise zersetztes, mit Pilzhyphen durchsetztes Laub oder Holz vom natürlichen Standort verfüttert. Die Futterstücke wurden vor dem Verfüttern von losen Partikeln gesäubert und gewogen, ebenso nach Ende des Versuchs. Die Futterstücke wurden in einer Versuchsserie nach zwei-tägigem Trocknen im Exsikkator vor und nach dem Versuch gewogen, wobei die Nahrung vor dem Verfüttern wieder befeuchtet wurde; in einer anderen Serie wurde jeweils 2 Tage nach Einbringen in eine feuchte Kammer gewogen. Zwischen beiden Versuchsreihen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Fraßmengen, bezogen auf das Körpergewicht und 1 Tag, unterscheiden sich nicht von den Werten, die BIWER 1961 und GERE 1965 (zit. PALISSA 1964) bei Tieren aus den gemäßigten Breiten ermittelt haben :

	neotropisch	mitteleuropäisch
Asseln	3 – 7 %	2,5 – 7,5 % (BIWER)
Diplopoden	1 – 3 %	0,5 – 4 % (GERE)
Pselaphognathen	4,5 – 8,5 %	

Die höhere Fraßleistung der kleinen Pselaphognaten dürfte lediglich eine Bestätigung sein, für die von ZINKLER 1966 bei anderen Bodentieren festgestellte relative Steigerung des Stoffumsatzes mit abnehmender Körpergröße. Da die im Regenwald wesentlich höheren Temperaturen jedoch eine Steigerung des Gesamtstoffwechsels bewirken, wird der höhere Nahrungsbedarf bei gleichbleibender Fraßmenge offenbar durch das „Umsteigen" auf die besser ausnützbare Pilznahrung gedeckt.

Die **Fortbewegungsaktivität** erlangt vor allem bei größeren grabenden Formen wie Regenwürmern, Käfer- und Dipterenlarven und einzelnen Käfern Bedeutung.

Der Anteil der Regenwürmer, die in mitteleuropäischen Böden bis zu 90 % der Biomasse der Bodenfauna erreichen können, kann stellenweise allein über die Humusbildung entscheiden. In Rohhumusböden fehlen sie praktisch ganz, während sie in Mullböden hohe Besatzdichten erreichen.

In amazonischen Regenwaldböden sind gerade die grabenden Formen unter den Bodentieren sehr gering vertreten. Der mineralische Boden, der unmittelbar an die dünne Rohhumusschicht grenzt, läßt meist überhaupt keine Gänge von Tieren erkennen. Zwar fanden wir Regenwürmer bis zu 80 cm Länge in der Reserva Ducke, doch sind sie nicht sehr häufig und gehören als Glossoscoleciden einem ganz speziellen Ernährungstyp an; sie zeichnen sich durch einen aus einer Pharynxtasche vorstülpbaren Rüssel aus, mit dem sie wahrscheinlich nur die Oberfläche des Fallaubes abschlecken und keine festen Pflanzenpartikel aufnehmen (Abb. 22). Damit läßt sich auch die Frage nach der dritten Funktion der Tiere im Bodenbildungsprozeß im Regenwald beantworten : die Bildung von Ton-Humus-Komplexen bei der Darmpassage in Regenwürmern unterbleibt.

Bei den vorangehenden Überlegungen blieben 2 Tiergruppen unberücksichtigt, die in allen Biotopen der Terra firme in großer Zahl auftreten, Ameisen und Termiten. Nach eigenen Schätzungen dürften beide Tiergruppen an vielen Standorten über 3/4 der Biomasse der gesamten Bodenfauna stellen (BECK 1967). Beide Tiergruppen legen im Boden Wohnbauten an und könnten somit die Rolle der sonst weitgehend fehlenden grabenden Formen übernehmen. Die Fraßaktivität der Ameisen ist jedoch von untergeordneter Bedeutung, da sie, soweit sie nicht Räuber sind, frisches Pflanzenmaterial bevorzu-

gen wie die Blattschneiderameisen. Versuche von MAGDE (1969) zeigen, daß in einem nigerianischen Regenwald Laubstreu von der Bodenfauna einschließlich Ameisen kaum schneller verarbeitet wird als unter Ausschluß derselben; dennoch gelangte er zu der Schlußfolgerung, daß Ameisen und Mikroarthropoden für die Zerkleinerung der Laubstreu wichtig sind, wenn auch die Bedeutung letzterer überwiegt. Die Fraßleistung der Termiten dagegen ist ein wichtiger Faktor im Abbau pflanzlichen Bestandesabfalles. Nach Untersuchungen von MALDAGUE (1964) sind „die Termiten unbestreitbar in erster Reihe für das rasche Verschwinden des in den äquatorialen Wäldern zu Boden gefallenen Pflanzenstoffes verantwortlich, tatsächlich werden etwa 10 t organischen Stoffes/ha jährlich durch diese Insekten vertilgt oder festgelegt". Dasselbe meint schon DRUMMOND (1886, zit. KÜHNELT 1950). Nach eigenen Beobachtungen beschränkt sich die Tätigkeit der Termiten auf das Holz im Bestandesabfall, das nach KLINGE & RODRIGUES (1968) 16 – 21 % ausmacht; dieses allerdings dürfte weitgehend von Termiten verarbeitet werden. Der entscheidende Unterschied der Wirkung von Termiten im Vergleich zu der der Regenwürmer besteht aber darin, daß sie nicht gleichmäßig über die Fläche verteilt sind, sondern in Nestern leben und daß sie nur hier Gänge im mineralischen Boden anlegen; die übrigen Gänge der Termiten sind nur auf der Bodenoberfläche oder in und auf Holz bis hinauf in den Kronenbereich zu finden (Abb. 23). Ameisen bewegen sich außerhalb ihrer Nester praktisch nur an der Bodenoberfläche. „Wenn auch in den Tropen die Termiten als Erde- und Holzfresser an Stelle der Regenwürmer die wichtigsten Ton-Humus-Komplexe liefern können, so verteilen sie dieselben eben nicht gleichmäßig im Boden, sondern konzentrieren sie eher beim Bau ihrer Nester und gedeckten Gänge" (SCHALLER 1960).

Es erweist sich, daß an allen 3 Punkten, an denen Bodentiere wesentlich in den Prozeß des Abbaus des pflanzlichen Bestandesabfalls und der Humusbildung eingreifen (siehe Abb. 20), die Wirksamkeit der Bodenfauna im Regenwald entschieden geringer ist als in den gemäßigten Breiten.

6. DISKUSSION

6.1. Vergleich der Bodenfauna tropischer und mitteleuropäischer Böden

Zur besseren Beurteilung unserer quantitativen Ergebnisse über Siedlungsdichte, Präsenz, Abundanz und Dominanz der Bodenfauna in amazonischen Böden ist ein Vergleich mit Werten aus höheren Breiten wünschenswert. Ein solcher Vergleich wird trotz der Fülle pedozoologischer Arbeiten vor allem durch 2 Umstände erschwert : erstens ist die Methodik der Probenentnahme und -auslese sehr verschieden je nach der speziellen Fragestellung, und diese ist zweitens meist land- oder forstwirtschaftlich ausgerichtet oder auf einzelne Tiergruppen beschränkt. So gibt es nur wenig gut vergleichbares Zahlenmaterial über die Bodenfauna von Waldböden. Nach MURPHY (1955) schwanken die Angaben über Besiedlungsdichte mittel- und nordeuropäischer Waldböden zwischen 6.200 und 1.089.600 Individuen/qm, was bei der Ähnlichkeit der untersuchten Biotope nur die Unvergleichbarkeit der angewandten Methoden und Berechnungen beweist.

Sehr gut lassen sich unsere Ergebnisse mit denen von VOLZ vergleichen, der in verschiedenen Waldbiotopen in der Pfalz Milben und Collembolen der Meso-Fauna mit der Berlese-Methode erfaßt hat. Für die oberen 20 cm des Bodens, die weitgehend der organischen Bodenschicht entsprechen, errechnet er Siedlungsdichten von 30.700 bis 256.900 Individuen/qm (VOLZ 1967).

Seine vergleichenden Untersuchungen jeweils zweier sehr ähnlicher Biotope in der Pfalz und in England erlauben eine direkte Gegenüberstellung mit unseren Ergebnissen. VOLZ (1965) errechnete für die 10 – 20 cm mächtige organische Bodenschicht eines Mischwaldes mit Moderboden auf oligotropher, teilweise podsoliger Braunerde mit pH-Wert unter 4 eine Siedlungsdichte von 27.400 – 32.600 Collembolen und 150.300 – 205.100 Milben pro qm. Von den untersuchten Regenwaldbiotopen ist die Caatinga an der Straße nach Itacoatiara mit relativ starker Anreicherung an Rohhumus bis

6,5 cm Dicke auf podsoligem Sandboden und einem pH-Wert unter 4 am besten vergleichbar. Hier beträgt die Siedlungsdichte der Meso-Arthropodenfauna, die zu 97 % aus Milben und Collembolen besteht, rund 150.000 Individuen/qm, davon 27.000 Collembolen und 118.000 Milben und liegt damit in der gleichen Größeordnung wie in dem mitteleuropäischen Biotop. Für einen Auwald mit teilweise gley-artigem Mullboden von pH 5,8 - 6,6 errechnet VOLZ 15.200 – 18.900 Collembolen und 20.200 – 50.200 Milben. Hierzu lassen sich aufgrund der Wasserverhältnisse (gley-artiger Boden !) am besten die neotropischen Várzea-Wälder in Beziehung setzen, obwohl hier selbstverständlich von einer Humusentwicklung bis zu Mull keine Rede sein kann. Für einen Várzea-Wald bei Manaus ergibt sich eine durchschnittliche Siedlungsdichte von rund 40.000 Individuen/qm, davon 9.000 Collembolen und 27.000 Milben, und die Werte liegen hier in ähnlicher Größenordnung wie im Auwald.

Berücksichtigt man bei den Angaben von VOLZ nur die Werte für die obersten 5 cm des Bodens, so stehen den 145.000 Collembolen und Milben in der Caatinga 134.300 – 144.400 in Mitteleuropa und den 36.000 im Várzea-Wald 24.900 – 38.400 im Auwald gegenüber. Die Siedlungsdichte der Meso-Arthropodenfauna der jeweils bestbesiedelten Biotope der Terra firme und der Inundationsgebiete entspricht also, auf die Volumeneinheit bezogen, ziemlich genau derjenigen in etwa vergleichbaren mitteleuropäischen Biotopen, die sich aber wegen der größeren Mächtigkeit der organischen Bodenschicht durch eine um etwa 30 – 60 % größere Individuendichte pro Flächeneinheit auszeichnen. SCHALLER (1961) kommt beim Vergleich grober Durchschnittszahlen von mitteleuropäischen Wiesen- und Waldböden mit Regen- und Nebelwaldböden des oberen Amazonasgebietes zu einem für die tropischen Böden etwas ungünstigeren Ergebnis.

Aus den gemäßigten Breiten Südamerikas stehen Werte von einem braunen Waldboden eines Nothofagus-Waldes in Chile zur Verfügung (DI CASTRI 1963). Für die A_{oo}—(Förna) und A_o—Horizonte (Rohhumus-Moder-Schicht), die weitgehend der organischen Bodenschicht in unseren Proben entsprechen, ergibt sich eine Siedlungsdichte der Berlese-Fauna von 1125 Individuen pro 500 ml; die genau unseren Werten von der Terra firme entspricht.

Während die Siedlungsdichte der Mesofauna in den Terra firme-Wäldern und der Várzea im wesentlichen derjenigen in Wäldern der gemäßigten Breiten entspricht, ist die Makrofauna in tropischen Böden eindeutig ärmer. Die Vielzahl von Tiergruppen und Arten kann nicht über den ersten Eindruck hinwegtäuschen, den man bei der Untersuchung eines Regenwaldbodens erhält und der sich bei Oberflächenaufsammlungen bestätigt, daß außer den allgegenwärtigen Ameisen und Termiten nur wenig größere Bodentiere zu sehen sind. Der höchste Schätzwert der Biomasse der Makrofauna im Regenwald beträgt 1,03 g/qm ohne Regenwürmer, dafür aber mit 325 Termiten; der niedrigste von VOLZ für mitteleuropäische Wälder errechnete Wert ist 1,43 g/qm, die übrigen Werte liegen zwischen 3,46 und 110,0 g/qm.

Der Vergleich der quantitativen Ergebnisse mit solchen, die aus anderen tropischen Wäldern vorliegen, ist noch schwieriger. Trotz der in den letzten beiden Jahrzehnten beachtlich gestiegenen Zahl von Arbeiten über tropische Bodenfauna (kritischer Überblick bei BULLOCK 1967, GREENSLADE & GREENSLADE 1968), macht sich hier neben der Verschiedenheit der Untersuchungsmethoden die technische Unzulänglichkeit derselben wie beispielsweise die Anwendung der Berlese-Methode ohne elektrische Licht- und Wärmequelle, einen Vergleich fast unmöglich. Aufgrund der Ähnlichkeit der Technik und des Biotops möchte ich nur 2 Arbeiten heranziehen : VAN DER DRIFT (1963, zit. GREENSLADE & GREENSLADE 1968) ermittelte mit Berlese-Methode in Wäldern von Surinam für die obersten 5 cm 51.461 Individuen/qm; MALDAGUE (1961) kommt in verschiedenen kongolesischen Wäldern auf

63.734 — 71.960 Individuen/qm. Diese Werte, die für die Berlese-Fauna in der organischen Bodenschicht gelten dürften, zeigen, daß Hochwald und „Palmetum" ganz ähnliche Besiedlungsdichten aufweisen wie tropische Wälder außerhalb des Amazonasbeckens in Südamerika oder in Afrika, daß aber die Überschwemmungswälder, insbesondere die Igapós, deutlich dagegen abfallen.

Ein Vergleich der qualitativen Ergebnisse ist auf etwas breiterer Basis möglich, da sich technische Unzulänglichkeiten auf die Zusammensetzung einer Probenausbeute bei weitem nicht so stark auswirken wie auf ihre Menge. Unterschiedliche Auslese-Methoden jedoch beeinflussen die Ergebnisse immerhin so stark, daß wir uns weitgehend auf Vergleiche von Berlese-Faunen beschränken müssen. In der Bodenfauna neotropischer Regenwaldböden dominieren im wesentlichen die gleichen Tiergruppen wie in Mitteleuropa. Wichtige Unterschiede bestehen vor allem in dem Zurücktreten der Wurm-Fauna, insbesondere der Regenwürmer, und dem Hervortreten der Ameisen und Termiten im Regenwald. In der Berlese-Fauna ergibt sich nach VOLZ (1965) ein Verhältnis von Milben : Collembolen wie 5–8:1 für den Mischwald auf Moderboden, in der Caatinga ist es mit 4 : 1 sehr ähnlich; im Auwald ist es 1,3–2,5:1, im Várzea-Wald immer noch 3 : 1. Das Verhältnis der Biomasse der Makrofauna im Mischwald zu der im Auwald ist 1 : 6, für die Mesofauna 4 : 1, im Vergleich von Caatinga (bzw. „Palmetum") zu Várzea-Wald ist es 1 : 4 und 4 : 1.

In tropischen Wäldern ist der Anteil der Milben an der Berlese-Fauna überraschend konstant; zieht man in Tab. 18 die nach STRICKLAND'S (1945) Angaben stark zufallsbedingten Zahlen für die Ameisen und Termiten ab, so kommt man für die Neotropis auf 68 — 82 %, für Terra firme-Biotope auf einheitlich 78 %. Außerhalb der Neotropis fallen nur die Angaben von IMADATÉ & KIRA (1964) für südostasiatische Regenwälder mit 58 % aus dem Rahmen. Collembolen sind in neotropischen Regenwäldern mit 9 — 22 %, in den übrigen tropischen Regenwäldern mit 7 — 30 % vertreten. Milben und Collembolen zusammen stellen immer einen sehr hohen, nur wenig schwankenden Anteil von 86 — 94 % an der Berlese-Fauna. Der Quotient der Prozentzahlen Milben/Collembolen liegt mit einer Ausnahme zwischen 9,7 und 11,5 (Tab. 18).

MALDAGUE (1961) sieht in dem starken Überwiegen der Milben gegenüber den Collembolen ein Kennzeichen des Klimaxstadiums einer Biozönose mit hohem interspezifischem Konkurrenzdruck, IMADATÉ & KIRA (1964) dagegen stellen in Regenwäldern einen sehr variablen Milben/Collembolen-Quotienten zwischen 1,5 und 12 fest, wobei sie eine positive Korrelation mit Abnahme von Feuchtigkeit und organischem Bodenmaterial für wahrscheinlich halten. MALDAGUE findet hingegen eine positive Korrelation zwischen dem Milben/Collembolen-Quotient und Zunahme der Feuchtigkeit. In mitteleuropäischen Böden ergibt sich nach den Angaben von VOLZ (1965) in Moderböden ein hoher, in Mullböden ein niedriger Quotient. KÜHNELT (1950) stellt dagegen gerade in pilzreichen Böden, wie es auch die Moderböden sind, einen niedrigen Milben/Collembolen-Quotienten fest und erklärt ihm mit der Nahrungskonkurrenz zwischen Milben und Pilzen.

Aus allen genannten Vergleichen kann man schließen, daß die recht auffällige und einheitliche Dominanz der Milben in der Berlese-Fauna und der meist sehr hohe Milben/Collembolen-Quotient zwar typisch ist für tropische Regenwälder, daß sich aber bislang keine Kausalbeziehung zu irgendwelchen Faktoren herstellen läßt. Meines Erachtens sind schlüssige Aussagen hierüber nur über eine Analyse der Funktion der einzelnen Tiergruppen im Gefüge der bodenbiologischen Prozesse zu erwarten; die zufällige Korrelation mit beliebigen Faktoren wird keine Aufklärung bringen.

Die Milbenfauna hat lediglich MALDAGUE (1961) näher untersucht. In den von ihm untersuchten kongolesischen Regenwäldern dominieren die Oribatiden unter den Milben mit 61 — 77 %, was mit unseren Werten für die Terra firme-Wälder gut übereinstimmt (Tab. 4). Die Feststellung SCHUSTER'S (1969), daß in den Waldböden Brasiliens die Dominanz der Oribatiden sehr deutlich ausgeprägt ist, wird durch diese Arbeit bestätigt und ist sehr wahrscheinlich für alle tropischen Regenwälder charakteristisch. Dies wird

noch unterstrichen durch die Tatsache, daß nach Untersuchungen in Brasilien inner- und außerhalb des Amazonasgebietes wie auch im Kongo der Prozentanteil der Oribatiden bei Degradation der Wälder, meist verbunden mit zunehmender Trockenheit, deutlich zurückgeht.

Insgesamt zeigen die bislang bekannten, einigermaßen vergleichbaren Daten zur Besiedlung von Waldböden unterschiedlicher Regionen : Bezüglich der Siedlungsdichte, Zusammensetzung und Dominanz-Verhältnisse der Tiergruppen innerhalb der Bodenfauna unterscheiden sich verschiedene tropische Regenwälder erstaunlich wenig voneinander, trotz der recht unterschiedlichen regionalen klimatischen, geologischen oder pflanzensoziologischen Bedingungen. Der Vergleich mit mitteleuropäischen Wald-Formationen läßt den Schluß zu, daß diese Gemeinsamkeit als typisches Merkmal von Rohhumus-Moder-Böden anzusehen ist. Sie charakterisiert die Besonderheit der bodenbiologischen Prozesse, die unter völlig verschiedenen klimatischen und geologischen Verhältnissen in den Tropen und den gemäßigten Breiten in ähnlicher Weise ablaufen, worauf weiter unten noch eingegangen wird.

6.2 Die Bodenfauna der verschiedenen Biome und Biotope des Amazonasbeckens

Der oben angestellte Vergleich ist nur für die Wälder der Terra firme gültig. Die Wälder der Inundationsgebiete unterscheiden sich von diesen in vielfacher Hinsicht, wobei die einzelnen Biotope sehr viel uneinheitlicher sind.

Die quantitativen Ergebnisse zeigen, daß in der Makro-Arthropodenfauna der Terra firme Ameisen und Termiten der Biomasse nach eindeutig dominieren; in den Exhaustor-Aufsammlungen dominieren allerdings die Collembolen der Individuenzahl nach knapp mit 27 % vor Ameisen mit 20 % und Spinnen mit 18 % bei einer Siedlungsdichte von insgesamt 150 — 200 Individuen/qm. Die 215 Individuen/qm der Makro-Arthropoden-Fauna des Igapó bestehen dagegen zu 76 % aus Collembolen neben 10 % Ameisen und 8 % Spinnen; die Siedlungsdichte nimmt über den Igapó (Solimões) zum Várzea-Wald um das Dreifache zu, wobei in diesem, gegenüber der Terra firme wesentlich dichter besiedelten Biotop, die Faunenzusammensetzung ähnlich ausgeglichen ist wie dort (Tab. 3 und 11). Auf die Parallele zu den Untersuchungen von VOLZ (1965) in Mitteleuropa sei hingewiesen, der ein Verhältnis der Makrofauna von etwa 35 : 1 zwischen einem dem Várzea-Wald vergleichbaren Auwald und einem Terra firme-Wäldern ähnlichen Mischwald auf Moderboden in der Pfalz ermittelt hat.

Die wesentlich genauer untersuchte Berlese-Fauna überwiegt, bezogen auf die Flächeneinheit, in wiederum bemerkenswerter Parallele zu den genannten mitteleuropäischen Biotopen in Terra firme-Wäldern um das 1,5- bis 2-fache gegenüber dem Várzea-Wald. Bezogen auf die Volumeneinheit organischer Bodenschicht ist der Várzea-Wald ebenso dicht besiedelt wie die Terra firme-Biotope; Igapó (Solimões) und Igapó hingegen erreichen nur etwa die Hälfte der Individuenzahlen dieser Biotope (Tab. 1 und 9).

Da man allen Standortdaten nach annehmen muß, daß sich die Biozönosen der untersuchten Terra firme-Biotope im Klimaxzustand befinden, liegt es nahe, für die Biozönosen der Inundationsbiotope unterschiedliche Entwicklungsgrade anzunehmen. Der Várzea-Wald breitet sich vornehmlich auf den nur wenige Monate überfluteten Uferwällen der Weißwasserflüsse aus, und entsprechend liegt die mittlere Zeitdauer der Überflutung an den untersuchten Standorten zwischen 0 — 5 Monaten. Der Igapó dagegen reicht bis nahe an die Niedrigwasserlinie der Schwarzwasserflüsse, und die beiden untersuchten Standorte sind im Mittel 5 bis 7 Monate überflutet. Die Proben wurden überall 1 — 2 Monate vor der jährlichen Überflutung genommen, und so ist es wahrscheinlich, daß die unterschiedliche Siedlungsdichte der Berlesefauna pro Volumeneinheit tatsächlich den unterschiedlichen Entwicklungsgrad der Biozönosen widerspiegelt, der nur im Várzea-Wald einem den Terra firme-Biotopen vergleichbaren Klimaxstadium entspricht, im Igapó dagegen durch die frühzeitige jährliche Überflutung dahinter zurückbleibt.

Die qualitative Analyse der Oribatidenfauna, die in beiden Biomen regelmäßig über 2/3 der stets eindeutig dominierenden Milben stellt, ergab ein Verhältnis der geschätzten Gesamt-Artenzahl von 3 : 2 zugunsten der Terra firme; die Zahl der nur auf der Terra firme vorhandenen Arten ist 5 mal größer als die Zahl der im Inundationsgebiet endemischen Arten. Das bedeutet, daß mit wenigen Ausnahmen die Oribatiden-Arten der Überschwemmungswälder ebenfalls auf der Terra firme vorkommen; die wenigen Endemismen dürften vornehmlich 2 Kategorien angehören : Arten mit überwiegend aquatischer Lebensweise (*Trimalaconothrus sp.*) und Arten mit andin-alluvialer Verbreitung (*Haplozetes minimicoma*) im Sinne des 2. ökologischen Großraumes des Amazonasbeckens nach FITTKAU (Abb. 5). Zur weiteren Prüfung dieser These bedarf es jedoch eines größeren und genauer definierten Materials. Bis auf die aquatischen Lebensformen sind die Biozönosen des Inundationsgebietes allochthon und werden aus dem Arten-Reservoir der Regenwälder der Terra firme gespeist.

Der Vergleich des Artenspektrums der Oribatiden im zentralen mit dem randlichen amazonischen Regenwaldgebiet gibt Hinweise darauf, daß innerhalb des weiten Gebiets der Terra firme des Amazonasbeckens das Zentralgebiet als Speziationszentrum anzusehen ist : Die Zahl der endemischen Arten ist hier am höchsten und eine Reihe von Arten verbinden dieses Gebiet mit jeweils einem der untersuchten Randgebiete. Der Vergleich mit dem Gebiet um Guajará-Mirim offenbart, daß starke Beziehungen zum zentralen Amazonasgebiet bestehen, während die Faunengebiete außerhalb nur wenig einstrahlen. So hat das Zentralgebiet an allen Faunengruppierungen ringsum Anteil, während die randlichen Gebiete lediglich einseitig auf dieses ausgerichtet sind.

Die geringen Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung der Bodenfauna und ihrer Lebensformen zwischen den verschiedenen Biotopen der Terra firme und innerhalb derselben ist als Folge der Gleichförmigkeit der abiotischen Umweltfaktoren anzusehen; die gleichmäßig hohe Artenabundanz der Oribatiden kann man gleichzeitig als Ausdruck der Gunst dieser Faktoren betrachten. Die korrespondierende Tatsache, daß unwirtliche Gegenden von wenigen Arten mit meist hoher Siedlungsdichte bewohnt werden, ist nach SCHMALHAUSEN (zit. DOBZHANSKY 1950) so zu erklären, daß „indiscriminate destruction is countered chiefly by development of increased fertility and acceleration of development and reproduction and does not lead to important evolutionary advances."

Über die hohe Artenabundanz hinaus ist die große absolute Artenzahl und die relativ starke artliche Differenzierung der Faunen nach Biotopen zu berücksichtigen. Nach DOBZHANSKY (1950) „diversity of inhabitants signifies that the environment is rich in adaptive opportunities" und „the diversity of habitats and the diversity of inhabitants which are so characteristic of tropical environments are conflicting forces, the interactions of which will determine the evolutionary fates of tropical organisms". Es ist wahrscheinlich, daß eben diese interspezifische Konkurrenz einen hohen Selektionsdruck ausübt, der bei einer infolge günstiger physikalischer Umweltbedingungen schnellen Generationsfolge und damit einer erhöhten Mutationsrate, zu einer hohen Speziationsrate führt.

Es bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten, dies mit der Feststellung von MAYR (1959, zit. GÜNTHER 1962) in Einklang zu bringen, „daß die Speziation im Tierreich fast ausnahmslos auf die Mitwirkung des Isolationsfaktors, d.h. auf die geographische oder wenigstens spatiale Isolation der „species in statu nascendi" angewiesen ist, um diese den vollen Artenstatus erreichen zu lassen". Die Untersuchung der Merkmals-Variabilität der Oribatiden-Gattung *Rostrozetes* (BECK 1965) gibt einen Hinweis darauf, daß diese räumliche Isolation im Zentralgebiet selbst stattfinden kann, wo gleichzeitig die Variabilität am höchsten ist. Die morphologischen Merkmale der Art *Rostrozetes foveolatus* variieren in Populationen aus der Gegend von Iquitos und Manaus in vielen Formen, während randliche Populationen etwa aus der Nebelwaldstufe Perus sehr viel einheitlicher sind; gleichzeitig ist im Tiefland die Zahl der Arten mit 5 am höchsten.

Während die Unterschiede zwischen Terra firme-Biotopen erst bei genauerer qualitativer Analyse bis zum Gattungs- oder Artniveau sichtbar werden, unterscheiden sich die verschiedenen Waldbiotope des Inundationsgebietes bereits in der Besiedlungsdichte erheblich. Hierin kommt der beherrschende Einfluß abiotischer Faktoren zum Ausdruck, die sich weitgehend auf die jährliche Überflutung reduzieren lassen. Wie bereits erwähnt, dauern diese an den untersuchten Standorten des Igapó wesentlich länger als in den Várzea-Wäldern, und entsprechend spärlicher und artenärmer ist die Besiedlung. Allerdings mögen hier auch biotische Faktoren eine Rolle spielen, wie etwa die geringere Streuproduktion des Igapó im Gegensatz zum Várzea-Wald. Auch die Abundanz der Tiergruppen ist in den Inundationsbiotopen wesentlich unterschiedlicher als auf der Terra firme.

Dieser deutlichen quantitativen Differenzierung der Bodenfauna steht eine nur geringe qualitative gegenüber, was wiederum den stärkeren Selektionsdruck abiotischer Faktoren bestätigt. Várzea-Wald und Igapó sind nur durch wenige Arten geschieden, und der Igapó (Solimões) weist als Mischgebiet zwischen beiden die höchste Artenzahl auf. Die Standortunterschiede sind jedoch wesentlich größer als auf der Terra firme, in einer Berlese-Probe aus Terra firme-Wäldern findet man durchschnittlich 30 — 35 % der Gesamt-Artenzahl dieses Bioms, in solchen der Überschwemmungswälder nur 15 — 25 %.

6.3. Die Bedeutung der Bodenfauna des Regenwaldes im Vergleich mit derjenigen mitteleuropäischer Wälder.

Die Untersuchung der Rolle der Bodenfauna im Ablauf der bodenbildenden Prozesse im neotropischen Regenwald — vorwiegend dem der Terra firme — bringt uns dem Verständnis der auffälligen Eigenarten der dortigen Waldböden näher. Sie sind gekennzeichnet durch eine, gegenüber derjenigen gemäßigter Breiten etwa dreifach größere Primärproduktion, der eine minimale organische Bodendecke von wenigen Zentimetern Dicke gegenübersteht mit geringem Umwandlungsgrad, der kaum über das Rohhumusstadium hinausgeht. Ein weiteres Kennzeichen amazonischer Terra firme-Böden ist der Gegensatz zwischen der üppigen natürlichen Regenwald-Vegetation und der Unfruchtbarkeit bei landwirtschaftlicher Nutzung nach einer Rodung. SIOLI (1954) nennt hierfür zwei Gründe : Erstens ist die anorganische Nähstoffreserve des tertiären Sediments äußerst gering, und zweitens sind die Nährstoffe fast vollständig in der organischen Substanz der Vegetation festgelegt, und ihr Kreislauf erfaßt den Boden nur in seiner allerobersten Schicht von max. 20 cm, wo die Wurzeln die freigesetzten Minerale sofort wieder aufnehmen.

In diesem Kreislauf, der allgemein drei Glieder umfaßt — Produzenten, Konsumenten, Reduzenten — stellen die Bodentiere den Hauptanteil der Konsumenten. Ihre Rolle als solche und das wechselweise Zusammenspiel mit den Reduzenten — Pilze und Bakterien — konzentriert sich auf drei Stellen im Ablauf desjenigen Teiles des Stoffkreislaufs, den man als Abbau des pflanzlichen Bestandesabfalls kennzeichnen kann. Dieser führt an günstigen Standorten gemäßigter Breiten mit hoher Besatzdichte der Makro-Bodenfauna, insbesondere der Regenwürmer, zur weitestentwickelten Humusform, dem Mull (Abb. 20). An weniger günstigen Standorten erfährt dieses Schema erhebliche Abwandlungen, etwa in Moderböden. Hier treten Pilze in starkem Maße als Konkurrenten der Erstzersetzer auf, und der Prozentsatz der Folgezersetzer, besonders der Milben und Collembolen, überwiegt in der Bodenfauna. Da gerade die größeren Tierformen, deren Bewegungsaktivität allein Bedeutung erlangt, zurücktreten, verschlechtern sich die Bedingungen für den Aufbau von Humusstoffen, und das weitere Schicksal des zerlegten Blattmaterials läuft über Ansammlungen in Moderschichten zur bakteriellen Spaltung in die mineralischen Bestandteile.

In den untersuchten Terra firme-Böden verläuft der erste Abbau-Schritt offenbar sehr ähnlich wie in einheimischen Moderböden. VOLZ (1962) stellt fest, daß es bei der Primärzersetzung eine echte Nahrungskonkurrenz gibt zwischen Pilzen und Bodentieren, bei der es wesentlich darauf ankommt, wer zuerst mit der Arbeit beginnt

oder besonders rasch arbeitet, um dadurch einen Konkurrenzvorteil zu gewinnen. An ärmeren Standorten laufen die Pilze der Bodenfauna den Rang ab. Dies gilt in noch höherem Maße im Regenwald, wo für die Entwicklung von Pilzen optimale Bedingungen herrschen. Bezeichnend hierfür ist die Tatsache, daß es auch an Probenstellen mit besonders dicken Streuansammlungen nicht zu Massenvermehrung von Bodentieren kommt, wie sie peruanischen Halbwüstenböden am pazifischen Westabhang der Anden eigen ist (BECK 1963, WINTER 1963).

Analog der Feststellung von VOLZ , daß im mitteleuropäischen Moderboden Tierfraß erst an den bereits stark mit Pilzhyphen durchsetzten Blättern einsetzt, und man daher kaum noch von Erstzersetzern reden kann, gehen auch im Regenwald die Detritivoren weitgehend auf Pilznahrung über und sind fast sämtlich als Folgezersetzer einzustufen. Größere Formen treten überhaupt zurück oder leben epigäisch, und Regenwürmer sind durch die Glossoscoleciden vertreten, die einem speziellen Ernährungstyp angehören. Die dominierenden Ameisen und Termiten reichen in keiner Weise an die bodenbiologische Wirksamkeit der Makrofauna, besonders der Regenwürmer in unseren Breiten heran, da sie nicht zur Durchmischung des Bodens und der Bindung von Humus beitragen.

Wenn Feuchtigkeit in ausreichendem Maße vorhanden ist, was in den meisten ursprünglichen Waldbiotopen der Erde gewährleistet ist, wird der gesamte Abbauprozeß wesentlich von der T e m p e r a t u r bestimmt. In Mitteleuropa dauert der Abbau des Fallaubs häufig mehr als ein Jahr; MADGE (1969) nennt Abbauzeiten von 6 Wochen für Costa Rica und 4 — 5 Wochen für Nigeria während der Regenzeit. Man muß daher annehmen, daß der Abbauprozeß, wesentlich bestimmt durch Wachstum und Vermehrung der Pilze und Bakterien, einen höheren Temperaturquotienten hat als die Primärproduktion, die vornehmlich von Spermatophyten geliefert wird; damit sollte es im Bereich niedriger Temperaturen in höheren Breiten zum Aufbau von Humusschichten der verschiedensten Entwicklungsgrade, bei höheren Temperaturen in äquatornahen Breiten zum vollständigen Abbau des pflanzlichen Bestandesabfalls kommen (Abb. 24). MADGE, der im wechselfeuchten Gebiet von Nigeria gearbeitet hat, schätzt die Temperatur des „Umschlagpunktes" auf etwa 25 — 30°C; im zentralamazonischen Regenwaldgebiet reicht eine Durchschnittstemperatur von knapp über 25°C mit Sicherheit aus, den Abbau zur vollständigen und raschen Mineralisierung zu führen.

Der Abbau des pflanzlichen Bestandesabfalls im Regenwald wird also vorwiegend bestimmt von der hohen Temperatur, Feuchtigkeit und dem niedrigen pH-Wert der Böden. Diese Faktoren bilden optimale Voraussetzungen für das Gedeihen von Pilzen, die den Abbau in Richtung Rohhumus lenken. Der Rohhumus, der an günstigsten Standorten unter Beteiligung der Bodenfauna etwas zu Moder umgewandelt werden kann, wird nicht angereichert wie in gemäßigten Breiten, sondern durch Bakterien, Actinomyceten und Pilze rasch und vollständig in seine mineralischen Bestandteile aufgespalten.

Der gesamte Stoffkreislauf des Regenwaldes befindet sich in einem gut ausbalancierten Gleichgewicht. Wird der Kreislauf etwa durch Rodung unterbrochen, so werden kurzfristig die abbauenden Organismen bevorzugt; die durch sie freigesetzten Mineralien können aber nicht mehr von dem vorher vorhandenen dichten Wurzelfilz an der Bodenoberfläche aufgenommen werden, und die starken Regenfälle waschen sie in die tieferen Bodenschichten. Im Gegensatz zu den wechselfeuchten Klimaten ist die Wasserführung im Regenwaldboden stets nach unten gerichtet, so daß die Nährstoffe nicht wieder zur Oberfläche gelangen, sondern im Gewässernetz abtransportiert werden. Die gesamte Fülle und Üppigkeit der Regenwälder des Amazonasbeckens verdanken wir diesem, bis heute nicht wesentlich durch den Zugriff des Menschen gestörten Kreislauf. Es ist jedoch zu fürchten, daß Unkenntnis über die Empfindlichkeit gerade dieses ökologischen Systems oder die Verdrängung des Wissens darüber um eines kurzfristigen

wirtschaftlichen Nutzens willen, auch diesen größten noch intakten Lebensraum der Erde zerstören können.

S u m m a r y

This paper presents part of the evaluation of samples of soil fauna collected during a 6 month's stay in the Amazon rain forest region. At first is given a main division of this region into different ranges by means of geological, climatological and ecological aspects, followed by a more differenciated subdivision of the central amazonian rain forest near Manaus by pedological, hydrological and plant ecological viewpoints.

Two Biomes can be distinguished, the Terra firme and the inundation area, the latter characterised by the annual inundation by the big rivers. On the Terra firme two forest habitats are clearly discernible, the timber forest („Hochwald") on loamy soil and the Caatinga on podzol soil, which the „Palmetum" as transitive habitat in brook valleys can be added to. In the inundation area also two forest habitats are discernible, the Várzea forest on the embankment of white water rivers and the Igapó on tertiary sediments along black water rivers, spatially linked by the „Igapó (Solimões)" in mixed water areas.

The examination of the makro-arthropod-fauna from surface samples and of the meso-arthropod-fauna by Berlese samples („Berlese-Fauna") confirms the discrimination of three habitats each in the two Biomes. The distinction within the two Biomes however is dissimilar and owing to different facts : In Terra firme habitats density and composition of the groups of soil fauna are rather similar. On the other hand the discernible spectra of species in timber forest respectively in Caatinga cause different biocoenoses, whereas the „Palmetum" is inhabited by a not self-supporting fauna composed of parts of the two other biocoenoses. In the inundation area however the spectrum of species in the three habitats does not allow the discrimination of biocoenoses, but Várzea forest and Igapó are clearly discernible in density and percental composition of the groups of soil fauna.

By quantitative aspects the soil fauna of Terra firme forest in the central Amazon region resembles those of other tropical rain forests in the world. In this regard these tropical habitats and comparable forest habitats of Central Europe are similar too. The soil fauna of central amazonian rain forest is characterised by high number of systematic groups und species. In the single soil sample, about 40 species of oribatid mites, are found the whole number of species in terra firme forests being 110 — 130.

By quantitative and qualitative aspects the soil fauna of the inundation area is a so-called impoverished Terra firme fauna. The number of oribatid species per sample varies between 12 and 24, the whole number of species being 75 — 90. Allmost all of these species are also found on Terra firme. In the inundation area the number of endemic species is extremely low.

The number of oribatid species on Terra firme is highest in the central Amazon region since most of endemic species are to be found here and because these species lacking in marginal regions are not superseded by species living outside of the amazonian rain forest.

The biological bearing of the soil fauna from rain forests is shown by the facts : secondary decomposers take place of primary decomposers, big digging forms are lacking, and earthworms, when in number, belong to an special type of nutrition which have no importance in producing clay-humus-compounds.

R E S U M O

O presente trabalho representa uma parte do estudo de amostras da fauna do solo (do „edaphon"), coletadas durante uma viagem de pesquisas à região amazônica „pluvisilva". A uma subidivisão geral, baseada em critérios geológicos, climatológicos e ecológico-zoogeográficos, da região segue uma divisão mais diferenciada da hiléia central-amazônica na vizinhança de Manaus segundo aspectos pedológicos, hidrológicos e fitosociológicos.

Distinguem-se dois biomas, o da terra firme e o das áreas inundaveis, caraterizadas por alagações anuais. Na terra firme, dois biótopos florestais podem ser diferenciados nitidamente : o da floresta alta em solo laterítico, e o da caatinga em solo podsólico; além dêstes dois existe ainda o „palmetum“, em terrenos baixos ao longo de igarapés, como biótopo de transição. Nas áreas inundáveis podem-se distinguir também dois biótopos florestais : a floresta de várzea nos diques marginais dos rios de água branca, e o igapó, em sedimentos terciários ao longo dos rios de água preta, espacialmente ligados pelo igapó (Solimões) na zona de água mista dos dois tipos de rios.

O estudo da macrofauna de artropodós obtida por coletas feitas na superficie dos terrenos, e o da mesofauna de artrópodos, obtida por amostras „Berlese“ („Berlese-Fauna“) confirma a distinção em 3 biótopos, cada um dos quais através de um método diferente : Nos biótopos da terra firme, a densidade da populaçao e a composiçao da fauna edáfica por grupos de animais, diferem pouco. Na floresta alta e na caatinga, porém, o espetro diferenciado de espécies da fauna de Oribatidae aponta biocenoses bem definidas, enquanto que o „Palmetum“ aloja uma fauna mista, nao autóctona, dos dois biótopos. Nos biótopos das áreas inundaveis, entretanto, o espetro de espécies de Oribatidae nao permite uma limitaçao de biocenoses; floresta de várzea e igapó, porém, distinguem-se nitidamente em relaçao às densidades de populaçao e às composicoes porcentais dos grupos de animais da fauna edáfica.

A fauna edáfica das florestas pluviais da terra firme na região amazônica central assemelha-se, quantitativamente, à de outras zonas tropicais, de florestas do mundo; são pequenas, também, as diferenças em relação a biótopos semelhantes de florestas da Europa Central. Aquela fauna edáfica carateriza-se por um grande número de grupos sistemáticos de animais e, especialmente, de espécies; encontra-se uma média de 40 espécies de Oribatidae por amostra, número total de 110 a 130 espécies de Oribatidae em terra fime.

A fauna edáfica das áreas inundáveis representa uma fauna da terra firme empobrecida quantitativa– e qualitativamente: O número de espécies de Oribatidae por amostra varia aquí, entre 12 e 24, dentro de um total de cêrca de 75 a 90 espécies de Oribatidae nas áreas inundáveis. Quase tôdas estas espécies ocorrem também na terra firme, sendo que o número de espécies endêmicas nas áreas inundáveis é muito pequeno.

O número de espécies na terra firme é o mais alto da Amazônia Central, pois aquí se encontra a maior quantidade de espécies endêmicas enquanto que, nas zonas marginais, o número de espécies que provem de outras grandes regiões é menor do que o número de espécies que desaparece da região central.

O significado edafo-biólogico da fauna na floresta pluvial é caraterizado pelo fato que, aquí, os decompositores primários, entre os animais edáfios, se tornam, na maioria, decompositores segundários, e que minhocas, caso elas de fato existirem em grande número, apresentam um tipo especial de alimentação e não contribuem à formação de compostos humo-argilosos.

LITERATUR

BALOGH, J. u. MAHUNKA, S., 1969 : The scientific results of the Hungarian Zoological expeditions to South America. — Acta Zool. Acad. Sci. Hungaricae **15** : 1 — 21 u. 255 — 275.

BECK, L., 1963 : Zur Ökologie und Taxonomie der neotropischen Bodentiere I. Zur Oribatidenfauna Perus. — Zool. Jb. Syst. **90** : 299 — 392.

BECK, L., 1964 : Tropische Bodenfauna im Wechsel von Regen- und Trockenzeit. — Natur Mus. **94** : 63 — 71.

BECK, L., 1965 : Über Variabilität und Wertigkeit morphologischer Merkmale bei adulten Oribatiden (Arachnida, Acari) am Beispiel der Gattung *Rostrozetes* SELLNICK 1925. — Abh. senckenb. naturf. Ges. **508** : 1 — 64.

BECK, L., 1967 : Die Bodenfauna des neotropischen Regenwaldes. — Atas Simp. Biota Amaz. **5** : 97 — 101.

BECK, L., 1968 : Aus den Regenwäldern des Amazonas I. — Natur Mus. **98** : 24 — 32.

BECK, L., 1968 : Aus den Regenwäldern des Amazonas II. — Natur Mus. **98** : 71 — 80.

BECK, L., 1969 : Zum jahreszeitlichen Massenwechsel zweier Oribatidenarten (Acari) im neotropischen Überschwemmungswald. — Verh. dtsch. Zool. Ges. Innsbruck 1968 : 535 — 540.

BECK, L., in Vorb. : Der Einfluß jahresperiodischer Überflutungen auf den Massenwechsel der Bodenarthropoden im zentral-amazonischen Regenwaldgebiet.

BULLOCK, J.A., 1967 : The Arthropoda of tropical soils and leaf litter. — Trop. Ecol. **8** : 74 — 87.

DI CASTRI, F., 1963 : Etat de nos connaissances sur les biocoenoses edaphiques du Chili. — In : Soil Organisms (ed. DOEKSEN & VAN DER DRIFT) : 375 — 385.

DELAMARE—DEBOUTTEVILLE, C., 1951 : La microfauna du sol des pays temperes et tropicaux. — Vie et Milieu, Supp. 1

DOBZHANSKY, TH., 1950 : Evolution in the Tropics. — Amer. Scientist **38** : 209 — 221.

DUNGER, W., 1964 : Die Tierwelt des Bodens. — Wittenberg-Lutherstadt.

EDWARDS, C.A., 1967 : Relationships between weights, volumes and numbers of soil animals. — In : Progress in Soil Biology (ed. GRAFF & SATCHELL) : 585 — 594 Braunschweig.

ELLENBERG, H., 1959 : Typen tropischer Urwälder in Peru. — Schweiz. Z. Forstwesen **23** : 169 — 196.

FITTKAU, E.J., 1969 : The fauna of South America. — In : Biogeography and Ecology in South America (ed. FITTKAU et.al.) **2** : 624 — 658.

GESSNER, F., 1968 : Zur ökologischen Problematik der Überschwemmungswälder des Amazonas. — Int. Revue ges. Hydrobiol. **53** : 525 — 547.

GREENSLADE, P.J.M. u. GREENSLADE, P., 1968 : Soil and litter fauna densities in the Solomon Islands. — Pedobiologia **7** : 362 — 370.

GÜNTHER, K., 1962 : Systematik und Stammesgeschichte der Tiere, 1954 — 1959. — Fortschr. Zool. **14** : 269 — 457.

HUECK, K., 1966 : Die Wälder Südamerikas. — Stuttgart.

HÜTHER, W., 1966 : Besiedlungsdichte und Verteilung der Bodenfauna in Abhängigkeit von Regen- und Trockenzeit in El Salvador. — Entom. Z. **16** : 177.

IMADATE, G. u. KIRA, T., 1964 : Notes on the soil micro-arthropod collection made by the Thai- Japanese Biological Expedition 1961/62. — Nat. Life South East Asia **3** : 81 — 111.

KLINGE, H., 1965 : Podzol Soils in the Amazon Basin. — Soil Sci. **16** : 95 — 103.

KLINGE, H. 1966 : Humus im Kronenraum tropischer Wälder. — Umschau 1966 : 123 — 126

KLINGE, H. u. RODRIGUES, W.A., 1968 : Litter production in an area of amazonian terra firme forest. Part. I litter — fall, organic carbon and total Nitrogen contents of litter. — Amazoniana **1** : 287 — 302.

KLINGE, H. u. RODRIGUES, W.A., 1968 : Litter production in an area of amazonian terra firme forest. Part. II mineral nutrient content of the litter. — Amazoniana **1** : 303 — 310.

KÜHNELT, W., 1950 : Bodenbiologie. — Wien.

MADGE, D., 1969 : Litter disappearance in forest and savanna. — Pedobiologia **9** : 288 — 299.

MALDAGUE, M.E., 1961 : Relations entre le couvert végétal et la microfaune. — Publ. Inst. Nat. Etude Agron. Congo, Sér. Sci. **90**.

MALDAGUE, M.E., 1964 : Importance des populations de termites dans les sols equatoriaux. — Ber. VIII. Int. bodenkundl. Kongress **3** :743 — 752.

MURPHY, P.W., 1955 : Ecology of the fauna of forest Soils. — In : Soil Zoology (ed. KEVAN) : 99 — 124. London.
MÜLLER, G., 1965 : Bodenbiologie. — Jena.
PALISSA, A., 1964 : Bodenzoologie. — Berlin.
REINKE, R., 1962 : Das Klima Amazoniens. — Diss. Tübingen.
SCHALLER, F., 1960 : Die tropische Bodenfauna und ihre produktionsbiologische Bedeutung. — Hochschulberichtsband Techn. Hochsch. Braunschweig (1960).
SCHALLER, F., 1961 : Die Tierwelt der tropischen Böden. — Umschau **61** : 97 — 100.
SCHALLER, F., 1963 : Bodenzoologische Untersuchungen in Südamerika und Afrika. — Forsch. Fortschr. **37** : 100 — 104.
SCHUBART, H. u. BECK, L., 1968 : Zur Coleopterenfauna amazonischer Böden. — Amazoniana **1** : 311 — 322.
SCHUSTER, R., 1956 : Der Anteil der Oribatiden an den Zersetzungsvorgängen im Boden. — Z. Morph. Ökol. Tiere **45** : 1 — 33.
SCHUSTER, R., 1962 : Das marine Litoral als Lebensraum terrestrischer Kleinarthropoden. — Int. Revue ges. Hydrobiol. **47** : 359 — 412.
SCHUSTER, R., 1965 : Die Ökologie der terrestrischen Kleinfauna des Meeresstrandes. — Verh. dtsch. Zool. Ges. Kiel 1964 : 492 — 521.
SCHUSTER, R., 1969 : Die terrestrische Milbenfauna Südamerikas in zoogeographischer Sicht. — In : Biogeography and Ecology in South America (ed. FITTKAU et.al.) **2** : 741 — 763.
SIOLI, H., 1954 : Betrachtungen über den Begriff der „Fruchtbarkeit" eines Gebietes anhand der Verhältnisse in Böden und Gewässern Amazoniens. — Forsch. Fortschr. **28** : 65 — 72.
SIOLI, H., 1955 : Amazonien — gestern, heute, morgen. — Südamerika, Buenos Aires **6** : 45 — 53.
SIOLI, H., 1968 : Zur Ökologie des Amazonas-Gebietes. — In : Biogeography and Ecology in South America (ed. FITTKAU et.al.) **1** : 137 — 170.
STRICKLAND, A.H., 1945 : A survey of the arthropod soil and litter fauna of some forest reserves and cacao estates in Trinidad, Britisch West Indies. — J. Anim. Ecol. **14** : 1 — 11.
VOLZ, P., 1962 : Beiträge zu einer pedozoologischen Standortslehre. — Pedobiologia **1** : 242 — 290.
VOLZ, P., 1965 : Über die soziologische und physiognomische Forschungsrichtung in der Bodenzoologie. — Verh. dtsch. Zool. Ges. Kiel 1964 : 522 — 532.
VOLZ, P., 1967 : Vorarbeiten für ein System der tierischen Boden-Lebensgemeinschaften. — In : Progress in Soil Biology (ed. GRAFF & SATCHELL) : 575 — 584.
WINTER , C., 1963 : Zur Ökologie und Taxonomie der neotropischen Bodentiere. II. Zur Collembolen-Fauna Perus. — Zool. Jb. Syst. **90**: 393 — 520.
ZINKLER, D., 1966 : Vergleichende Untersuchungen zur Atmungsphysiologie von Collembolen (Apterygota) und anderen Bodenkleinarthropoden. — Z. vergl. Physiol. **52** : 99 — 144.

Anschrift des Verfassers :

Priv.-Doz. Dr. Ludwig Beck
Lehrstuhl für Allgemeine Zoologie
der Ruhr-Universität

D — 463 Bochum
Buscheystraße, Geb. ND
Postfach 2148
BR DEUTSCHLAND — ALEMANHA (Rep.Fed.)

Liste der Probenstellen :

Zentral-amazonisches Regenwaldgebiet um Manaus

1. Terra firme

a) Hochwald

BP	Datum	Probenstelle
1	25.11.65	Reserva Ducke, Grenze zur Straße, 80 m östlich vom Hauptweg
12	6. 2.66	Reserva Ducke, 300 m südöstlich des Acampamento, 12 m über Bachbett bei BP 11
13	6. 2.66	Reserva Ducke, Grenze zur Straße, 50 m westlich vom Hauptweg
21	16. 2.66	Straße nach Itacoatiara, Km 220, 50 m südlich
24	16. 2.66	Straße nach Itacoatiara, Km 140, 100 m nördlich, tiefgelegene Stelle, 30 m unter Straßenniveau
50	18. 4.66	Reserva Ducke, ca. 1,5 Km auf Hauptweg nach Süden, neuer Weg 200 m
34	5. 3.66	Lago de Janauacá, Tapagem, 14 — 16 m über Niedrigwasser
35	5. 3.66	Lago de Janauacá, Igarapé Açú, 14 — 16 m über Niedrigwasser
A3	15. 4.66	Reserva Ducke, Grenze zur Straße, 100 m westlich vom Hauptweg; manuell
A4	15. 4.66	Reserva Ducke, neben BP 50; manuell
A15	1. 5.66	Reserva Ducke, neben BP 50; Exhaustor

b) „Palmetum"

BP	Datum	Probenstelle
3	26.11.65	Reserva Ducke, Ende des Hauptweges, 50 m westlich
11	6. 2.66	Reserva Ducke, 300 m östlich des Acampamento, Bachniederung
32	27. 2.66	Reserva Ducke, nahe bei BP 11
33	27. 2.66	Reserva Ducke, Ende des Hauptweges, 20 m östlich, Bachniederung
A1	14. 4.66	Reserva Ducke, 50 m neben BP 11; manuell
A2	14. 4.66	Reserva Ducke, bei BP A 1; manuell
A14	30. 4.66	Reserva Ducke, nahe bei BP A 1; Exhaustor

c) Caatinga

BP	Datum	Probenstelle
4	21.12.65	Reserva Ducke, jenseits des Igarapé do Acará, Macucú-Baum
5	21.12.65	Reserva Ducke, 500 m westlich BP 4
6	22.12.65	Reserva Ducke, 100 m neben BP 5
22	16. 2.66	Straße nach Itacoatiara, Km 208, 50 m nördlich
23	16. 2.66	Straße nach Itacoatiara, Km 205, 100 m nördlich an einem kleinen Bach, Staunässe
31	26. 2.66	Reserva Ducke, direkt neben BP 4

2. Inundationsgebiet

a) Várzea-Wald, über Wasser

14	10. 2.66	Paracauba, 1 km nördlich des Solimões, 2 m über WS
16	12. 2.66	Ilha do Careiro, nahe Lago Comprido, Waldstück zwischen Campo, nahe WL
18	12. 2.66	Ilha do Careiro, Lago Comprido, nahe WL
20	12. 2.66	Ilha do Careiro, Lago Comprido, zwischen BP 16 und 18, nahe WL
39	6. 3.66	Ilha Jacurutú, jenseits Jutefeldern, 2 m über WS
40	6. 3.66	Ilha Jacurutú, 40 m neben BP 39, Höhe WS
64	13. 5.66	Paraná do Careiro, 2 km südlich des Hauptkanals, direkt an WL
65	13. 5.66	Paraná do Careiro, 40 m neben BP 64,2 m über WS
66	13. 5.66	Paraná do Careiro, 20 m neben BP 64, direkt an WL
A17	13. 5.66	Paraná do Careiro, neben BP 65; Exhaustor

b) Várzea-Wald, unter Wasser

19	12. 2.66	Ilha do Careiro, Lago Comprido, 10 m neben BP 18, 0,5 m unter WS

c) Igapó (Solimões), über Wasser

7	26. 1.66	Janauari
8	26. 1.66	Janauari, 300 m neben BP 7
10	26. 1.66	Igarapé do Janauari, am Hauptkanal, 1 m über WS
15	10. 2.66	Igarapé do Janauari, 1500 m vom Hauptkanal links, 5 m über WS
36	5. 3.66	Lago de Janauacá, Igarapé Açu, 100 m neben BP 35, 0,5 m über WS
38	5. 3.66	Lago de Janauacá, 1,5 m über WS
53	19. 4.66	Igarapé do Janauari, 100 m landeinwärts von BP 10, direkt an WL
60	28. 4.66	Igarapé do Janauari, 40 m landeinwärts von BP 53, direkt an WL
61	28. 4.66	Igarapé do Janauari, 10 m landeinwärts von BP 60
62	28. 4.66	Igarapé do Janauari, 100 m landeinwärts von BP 60
A6	19. 4.66	Igarapé do Janauari, etwas landeinwärts von BP 10; manuell
A11	28. 4.66	Igarapé do Janauari, neben BP 60 direkt an WL; Exhaustor
A12	28. 4.66	Igarapé do Janauari, 10 m landeinwärts von BP A 11; Exhaustor
A13	28. 4.66	Igarapé do Janauari, 100 m landeinwärts von BP A 11; Exhaustor

d) Igapó (Solimões), unter Wasser

37	5. 3.66	Lago de Janauacá, neben BP 36, 0,5 m unter WS
52	19. 4.66	Igarapé do Janauari, nahe BP 10, 2 m unter WS
54	19. 4.66	Igarapé do Janauari, 500 m von BP 10 Richtung Manaus, 3,5 m unter WS
55	19. 4.66	Igarapé do Janauari, 25 m neben BP 54, 3 m unter WS
56	19. 4.66	Igarapé do Janauari, nahe BP 55, 3 m unter WS

e) Igapo, über Wasser

9	26. 1.66	Lagozinho, nahe WL
25	18. 2.66	Ilha Marajozinho, nahe WL
26	18. 2.66	Ilha Marajozinho, 50 m landeinwärts von BP 25
28	23. 2.66	Ilha Marajozinho, 100 m landeinwärts von BP 26
73	9.66	Lagozinho, nahe BP 9 (leg. Dr. Ungemach)
74	10.66	Lagozinho, nahe BP 73 (leg. Dr. Ungemach)
75	11.66	Lagozinho, weiter wasserwärts von BP 73 (leg. Dr. Ungemach)
76	12.66	Lagozinho, nahe BP 73 (leg. Dr. Ungemach)
A7	25. 4.66	Ilha Marajozinho, etwa bei BP 28; Exhaustor
A8	25. 4.66	Ilha Marajozinho, 10 m landeinwärts von BP A7; Exhaustor
A9	25. 4.66	Ilha Marajozinho, 100 m landeinwärts von BP A7; Exhaustor

f) Igapó, unter Wasser

27	18. 2.66	Lagozinho, nahe BP 9, 0,8 m unter WS
29	23. 2.66	Lagozinho, nahe BP 9, 0,8 m unter WS
30	23. 2.66	Lagozinho, 50 m wasserwärts von BP 9, 1,5 m unter WS
47	11. 4.66	Lagozinho, nahe BP 30, 4 m unter WS
48	11. 4.66	Lagozinho, nahe BP 30, 3 m unter WS
49	11. 4.66	Ilha Marajozinho, nahe BP 26, 0,5 m unter WS
57	26. 4.66	Lagozinho, nahe BP 30, 4,5 m unter WS
58	26. 4.66	Lagozinho, nahe BP 30, 3,5 m unter WS
72	8.66	Lagozinho, nahe BP 9, unter WS (leg. Dr. Ungemach)
77	1.67	Lagozinho, nahe BP 9, unter WS (leg. Dr. Ungemach)
59	26. 4.66	Lagozinho, nahe BP 30, im Wasser treibender, morscher Baumstamm
63	6. 5.66	Ilha Marajozinho, Jará-Palme in 2 m tiefem Wasser
A10	26. 4.66	Lagozinho, wie BP 59; Exhaustor

Rio Negro — Rio Branco — Gebiet (leg. Prof. Schaller)

Terra firme

67	21. 5.66	Rio Branco, hinter dem Lago Castanha, etwas oberhalb der Mündung des Rio Xeruini
71	29. 5.66	Rio Jufari, Tauai, auf dem rechten Ufer

Várzea — Wald (?)

68	21. 5.66	Rio Branco, am Lago Castanha, 4 m über WS
70	27. 5.66	Rio Branco, nahe bei BP 68

I g a p ō

69	23. 5.66	Rio Cuiuni, etwa 100 km flußaufwärts, linkes Ufer, direkt oberhalb WL

G e b i e t u m G u a j a r á - M i r i m (R i o M a m o r é)

T e r r a f i r m e , entlang der Straße Richtung Pacaás Novos

41	6. 4.66	Km 13, neben der Straße, dichter Wald, Staunässe
42	6. 4.66	Km 12,5, neben der Straße, etwas lichterer Wald
43	6. 4.66	Km 10, Sandsteinrücken, 50 m über der Straße; schütterer, strauchartiger Bewuchs
44	6. 4.66	Km 10, 20 m neben BP 43
45	6. 4.66	Km 9,5, am Fuß des Sandsteinrückens, dichter, niedriger Wald
46	6. 4.66	Km 6, neben der Straße, recht dichter Wald

Liste der determinierten Oribatiden — Gattungen und — Arten

Acaronychus proximus SCHUBART 1968
Ctenacarus barbatus SCHUBART 1968
Parhypochthonius
Eohypochthonius gracilis (JACOT 1936)
Malacoangelia
Malacoangelia remigera BERLESE 1913
*Brachychthonius**
*Liochthonius**
*Eobrachychthonius**
Synchthonius
Haplochthonius
Pterochthonius
Mesoplophora
*Phtiracus**
Epilohmannia
*Meristacarus**
*Lohmannia**
*Torpacarus**
*Mixacarus**
*Heptacarus**
Xenolohmannia discrepans BALOGH & MAHUNKA 1969
Nothrus
Afronothrus
Allonothrus neotropicus BAL. & MAH. 1969
Archegozetes longisetosus AOKI 1965
Malaconothrus
*Malaconothrus neoplumosus** BAL. & MAH. 1969
*Malaconothrus pilosellus** BAL. & MAH. 1969
Trimalaconothrus
Nanhermannia
*Cyrthermannia**
Hermanniella
Neoliodes
Phereliodes
Pedrocortesia
Plateremaeus
Eupterotegaeus (?)
Microtegeus
Hamotegeus granulatus BAL. & MAH. 1969
*Licnozetes**
Ceratorchestes
Ceratorchestes setosus BAL. & MAH. 1969
Eremobelba
Eremobelba foliata HAMMER 1958
Eremobelba hamata HAMMER 1961*
Eremobelba murati BECK 1963 (nom. nud.)
Eremulus
Eremulus rigidisetosus BAL. & MAH. 1969*
Eremulus translamellatus BAL. & MAH. 1969*
Eremulus nigrisetosus HAMMER 1958*
Fosseremus saltaensis HAMMER 1958
Heterobelba
Heterobelba oxapampensis BECK 1962*
Heterobelba crassisetosa BECK 1962*
Ceratoppia

Amazoppia tricuspidata BAL. & MAH. 1969
Xenillus brasilianus BAL. & MAH. 1969
Cultroribula incisa BECK 1963 (nom.nud.)
Gibbicepheus
Spathulocepheus amazonicus BAL. & MAH. 1969
Neocarabodes sexpilosus BAL. & MAH. 1969
Charassobates
Charassobates simplex BAL. & MAH. 1969*
Charassobates ornatus
Charassobates cavernosus GRANDJEAN 1929*
Tectocepheus
Tegeozetes
*Oppia**
Arceremaeus
*Stachyoppia**
*Striatoppia**
Sternoppia reticulata BAL. & MAH. 1969*
Teratoppia reducta BAL. & MAH. 1969*
*Aeroppia**
Aeroppia peruensis HAMMER 1961
*Carbodoides**
*Gittella**
*Amerioppia**
Rhynchobella squamosa HAMMER 1961*
*Suctobelba**
Eremella
Rhynchoribates
Suctoribates neotropicus BAL. & MAH, 1969*
Beckiella
Beckiella foveolata BAL. & MAH. 1969
Beckiella cejansis (BECK 1962)
Cavernocepheus monstruosus BAL. & MAH. 1969
Dolicheremaeus amazonicus BAL. & MAH. 1969
Hydrozetes
Scapheremaeus
*Licneremaeus**
Oribatella
Arcozetes
Lamellobates
Allozetes
Globozetes
Hypozetes (?)
Podoribates
Epactozetes
Epactozetes charapensis BECK 1963 (nom. nud.)
Truncozetes mucronatus BAL. & MAH. 1969
Protokalumma
Parakalumma foveolata BAL. & MAH. 1969
*Pergalumna**
*Scheloribates**
*Xylobates**
Nasobates mirabilis BAL. & MAH. 1969
Peloribates
Haplozetes minimicoma BECK 1962
Haplozetes
Rostrozetes
Rostrozetes foveolatus SELLNICK 1925
Rostrozetes carinatus BECK 1965
Rostrozetes rimachensis BECK 1965
Benoibates
Benoibates amazonicus BAL. & MAH. 1969
Benoibates bolivianus BAL. & MAH. 1969

Die mit Sternchen versehenen Gattungen und Arten wurden nicht in allen Proben gesucht und determiniert.

T a b . 1 : Übersicht über die Berlese-Fauna der organischen Bodenschicht in den verschiedenen Biotopen und Standorten der Terra firme bei Manaus. Die Standorte umfassen folgende Einzel-Proben : Hochwald, Reserve Ducke BP 1A/12,1/12,2/13,2/50; Straße nach Itacoatiara Km 140 + 220 BP 21,1/21,2/24,1/24,2. — „Palmetum", Reserva Ducke, „Acampamento" BP 3A/11,1/11,2/32,1/32,2, dazu kommen bei Reserva Ducke insgesamt BP 33,1/33,2. — Caatinga, Reserva Ducke BP 4E/5E/6E/31,1/31,2; Straße nach Itacoatiara, Km 205 + 208 BP 22,1/22,2/23,1/23,2. Angegeben sind die durchschnittliche Abundanz in Individuen/Probe von 500 ccm und die Schätzwerte der Biomasse der Gesamt-Berlese-Fauna/Probe. Die Schätzwerte der Biomasse beruhen auf Gewichtsangaben bei EDWARDS (1967), ZINKLER (1966) u.a.

	Hochwald			„Palmetum"		Caatinga		
Standort	Res. Ducke	Km 140 + 220	ins-gesamt	Res. Ducke „Acampa-mento"	Res. Ducke ins-gesamt	Res. Ducke	Km 205 + 208	ins-gesamt
Anzahl der Proben	5	4	9	5	7	5	4	9
Dicke der organischen Bodenschicht		3,5 cm		4,5 cm		2,5 cm	6,5 cm	
Berlese-Fauna insgesamt	936	1317	1105	1165	1033	1130	1337	1222
Milben	731	1028	863 78 %	913	798 77 %	879	1048	955 78 %
Collembolen	151	143	148 13 %	162	157 15 %	192	248	217 17 %
übrige Tiergruppen	54	146	94 9 %	90	78 8 %	59	41	50 5 %
davon :								
Asseln	1	1	1	—	1	1	1	1
Pseudoskorpione	2	4	3	7	5	1	2	2
übrige Arachniden	1	1	1	2	2	2	2	2
Diplopoden	3	5	4	4	3	6	2	4
übrige Myriopoden	9	1	5	5	5	5	9	7
Proturen	6	2	4	1	1	4	1	2
Dipluren	1	3	2	1	1	2	1	2
Käfer- und Dipteren-Larven	8	3	6	8	7	2	4	3
Käfer	2	2	2	6	5	4	3	4
Termiten	2	1	1	—	—	—	—	—
Ameisen	9	12	10	50	43	23	1	13
Wurzelläuse	7	110	52	5	4	8	15	11
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	85	110	95	105	90	100	110	105

T a b . 2 : Übersicht über die Berlese-Fauna der obersten mineralischen Bodenschicht in den verschiedenen Biotopen der Terra firme. Weitere Erklärung siehe Tab. 1.

	Hochwald	„Palmetum"	Caatinga
mineralischer Boden	lehmig/tonig mit wenigen größeren Wurzeln	sandig mit groben Wurzeln	Sand mit humosen Beimengungen und Wurzeln
Probentiefe	3 — 15 cm	4 — 15 cm	5 — 15 cm
Anzahl der Proben	3	2	3
Berlese-Fauna insgesamt	120	139	216
Milben	96 80 %	107 76 %	176 81 %
Collembolen	14 11 %	21 15 %	21 10 %
übrige Tiergruppen	10 9 %	11 9 %	19 9 %
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	10	15	20

T a b . 3 : Übersicht über die Makro-Arthropoden-Fauna in den verschiedenen Biotopen der Terra firme bei Manaus (Reserva Ducke). Oberflächen-Aufsammlungen von Hand oder mittels Exhaustor. Angegeben sind die Abundanz in Individuen/qm und die Schätzwerte der Biomasse in mg.

	Hochwald				„Palmetum"			
Sammelverfahren	manuell	Exhaustor			manuell	Exhaustor		
Probenstelle	A3	A 4	A 15	insgesamt	A 1/A 2	A 5	A 14	insgesamt
insgesamt	170	480	200	280	745	765	150	550
Asseln	4	8	3	5	5	12	4	7
Pseudoskorpione	7	19	2	9	22	36	1	20
Spinnen	6	16	38	20	10	16	24	17
Opilioniden	2	3	1	2	4	2	1	2
Diplopoden	4	25	1	10	35	23	2	20
übrige Myriopoden	2	6	1	3	7	4	—	4
Dipluren	1	1	1	1	6	3	1	3
Collembolen	1	48	54	34	23	30	39	31
Käfer- und Dipterenlarven	2	9	—	4	16	6	—	7
Käfer	6	15	—	7	12	9	3	8
Termiten	81	—	39	40	298	325	7	210
Schaben	3	—	3	2	6	3	5	5
Grillen	—	2	13	5	2	—	21	8
Ameisen	50	325	42	139	176	251	30	152
Biomasse (mg)	240	815	270	440	915	1035	200	715

T a b . 4 : Übersicht über die Milben-Fauna der verschiedenen Biotope und Standorte der Terra firme bei Manaus. Nummern der Einzel-Proben siehe Tab. 1. Die Zahlen beruhen auf Berlese-Proben aus der organischen Bodenschicht. Angegeben ist die Individuen-Abundanz in Individuen/Probe, die Artenabundanz als Zahl der Arten/Probe und die maximale Artenzahl der Probe eines Standortes. Die Prozentzahlen der Oribatiden beziehen sich auf die Gesamtzahl der Milben, die der Jugendstadien auf die Zahl aller Oribatiden.

		Hochwald			„Palmetum"		Caatinga		
Standort		Res. Ducke	Km 140 + 220	ins-gesamt	Res. Ducke „Acampa-mento"	Res. Ducke ins-gesamt	Res. Ducke	Km 205 + 208	ins-gesamt
Milben		731	1028	863	913	798	879	1048	955
Oribatiden		483	762	607 70 %	606	535 67 %	615	492	560 58 %
davon Jugendstadien		136	169	151 25 %	85	70 13 %	154	132	144 26 %
Artenabundanz	Mittel	39	43	41	41	39	41	38	40
	Maximum	44	45		50		49	45	

T a b . 5 : Präsenz der häufigsten Familien, Gattungen und Arten der Oribatiden in den Biotopen der Terra firme. Die Präsenzwerte sind in 5 Klassen angegeben, vergl. S.3:

++ = sehr häufig
+ = häufig
o = verbreitet
. = selten
— = fehlt

Die Zahlen in Klammern hinter den Tiernamen geben die geschätzte Artenzahl an.

		Hochwald	„Palmetum"	Caatinga
Phtiracaridae	(4–6)	++	++	++
Trhypochthoniidae	(3)	++	++	++
Plasmobatidae	(3–4)	++	++	++
Eremobelbidae	(5)	++	++	++
Heterobelbidae	(2)	++	++	++
Carabodidae	(3–4)	++	++	++
Oppiidae	(7–10)	++	++	++
Galumnidae	(5–7)	++	++	++
Oribatulidae	(6–8)	++	++	++
Haplozetidae	(6)	++	++	++
Rostrozetes foveolatus		++	++	++
Spathulocepheus amazonicus		++	++	++
Arceremaeus	(1)	++	++	+
Euphtiracaridae	(3–4)	++	+	++
Microzetidae	(4–5)	++	+	++
Afronothrus	(1)	++	+	+
Eohypochthonius gracilis		+	++	++
Suctobelbidae	(3–4)	+	++	+
Rostrozetes carinatus		+	++	+
Eremulus	(2)	+	++	+
Rhynchoribates	(2–3)	+	++	+
Epilohmannia	(2)	+	+	++
Chárassobates	(2)	+	+	++
Nanhermannia	(1–2)	+	+	++
Rostrozetes rimachensis		+	+	o
Dolicheremaeus amazonicus		+	o	+

T a b . 6 : Differential-Gattungen und -Arten (Oribatiden) der verschiedenen Biotope der Terra firme. Weitere Erklärung siehe Tab. 5.

		Hochwald	„Palmetum"	Caatinga
Epactozetes	(2)	++	o	o
Lamellobates	(1)	+	o	.
Parakalumma foveolata		+	o	.
Eremobelba	(2)	+	.	—
Malaconothrus	(1–2)	+	.	—
Amazoppia tricuspidata		o	—	—
Allonothrus neotropicus		o	o	—
Allozetes	(1)	—	o	—
Mesoplophora	(1–2)	.	+	++
Archegozetes longisetosus		.	.	++
Fosseremus saltaensis		.	.	+
Hermaniella s. l.	(2)	.	.	+
Malacoangelia remigera		—	o	+
Plateremaeus	(1)	—	—	o
Cultroribula	(1)	—	—	o
Acaronychus proximus		—	—	o
Sternoppia reticulata		.	—	o

T a b . 7 : Abundanz und Biomasse der Berlese-Fauna in verschiedenen Höhenschichten einer Caatinga bei Manaus (Reserva Ducke). Die Nummern der Einzel-Proben in den verschiedenen Strata sind : Boden BP 4E/5E/6E ; 1 m BP 4,0; 4 m BP 4,1; 8 m BP 4,2a/4,2b; 10 — 12 m BP 4,3/5,1/5,2; 16 — 19 m BP 5,3/5,4/6,1; 23 — 25 m BP 6,2/6,3. Weitere Erklärung siehe Tab. 1.

Höhe der Probenstelle am Baum	Boden	1 m	4 m	8 m	10—12 m	16—19 m	23—25 m
Anzahl der Proben	3	1	1	2	3	3	2
Berlese Fauna insgesamt	1132	562	229	365	205	221	365
Milben	952	479	157	144	140	107	71
Collembolen	117	52	58	213	53	100	290
übrige Tiergruppen	63	30	14	8	12	14	4
Asseln	1	1	—	—	—	—	—
Pseudoskorpione	2	16	2	—	—	—	—
übrige Arachniden	2	5	—	—	1	—	—
Diplopoden	5	—	—	—	1	1	—
übrige Myriopoden	3	—	—	—	—	—	—
Proturen	6	—	—	—	—	—	—
Dipluren	3	—	—	—	—	—	—
Käfer- und Dipterenlarven	2	—	6	3	2	4	2
Käfer	3	3	4	2	3	3	1
Termiten	—	—	—	—	—	—	—
Ameisen	23	—	2	3	4	3	1
Wurzelläuse	12	5	—	—	1	—	—
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	95	45	30	35	20	30	30

T a b . 8 : Abundanz der häufigsten Familien, Gattungen und Arten der Oribatiden in verschiedenen Höhenschichten einer Caatinga bei Manaus (Reserva Ducke) in Individuen/ Probe. Nummern der Einzel-Proben siehe Tab. 7.

Höhe der Probenstelle am Baum	Laub-streu	1 m	4 m	8 m	10—12 m	16—19 m	23—25 m
Phtiracaridae	8	7	9	7	1	4	1
Oppiidae	78	16	14	10	2	4	1
Galumnidae	44	35	8	1	2	1	1
Oribatulidae	9	15	13	4	2	1	1
Rostrozetes foveolatus	29	9	3	6	9	3	21
Archegozetes longisetosus	32	4	2	—	2	1	1
Tectocepheus	3	17	—	2	1	1	—
Microzetidae	22	1	3	1	—	1	—
Liodidae	8	—	—	1	1	1	1
Eupterotegaeus cfr.	11	40	10	—	1	—	—
Euphtiracaridae	5	1	—	1	1	—	—
Eremulus nigrisetosus	6	1	2	3	—	—	—
Nanhermannia	5	—	—	—	1	—	—
Rostrozetes n.sp.	5	2	5	—	—	—	—
Heterobelba	6	2	1	—	—	—	—
Plasmobatidae	7	—	1	—	—	—	—
Mesoplophora	8	2	—	—	—	—	—
Microtegeus	1	3	—	—	—	—	—
Eohypochthonius gracilis	6	—	—	—	—	—	—
Malacoangelia remigera	6	—	—	—	—	—	—
Hermanniellidae	6	—	—	—	—	—	—
Spathulocepheus amazonicus	7	—	—	—	—	—	—
Rhynchoribates	8	—	—	—	—	—	—
Truncozetes mucronatus	7	—	—	—	—	—	—
Dolicheremaeus amazonicus	4	—	—	—	—	—	—
Epilohmannia	3	—	—	—	—	—	—
Afronothrus	3	—	—	—	—	—	—
Xenillus brasilianus	3	—	—	—	—	—	—
Beckiella	3	—	—	—	—	—	—
Ceratorchestes	—	1	—	—	1	—	—
Peloribates	—	1	—	2	2	4	2
Nasobates mirabilis	—	—	—	—	—	1	2
Benoibates amazonicus	—	—	—	—	—	—	7

Tab: 9: Übersicht über die Berlese-Fauna der organischen Bodenschicht in den verschiedenen Biotopen und Standorten des Inundationsgebietes bei Manaus. Die Standorte umfassen folgende Einzelproben : Várzea-Wald, Paracauba BP 14,1; Ilha do Careiro BP 16,2/18,2/20,2; Ilha Jacurutú BP 39,1/39,2/39,4; Paraná do Careiro BP 64/65,1/65,2/66. Igapó (Solimões), Janauaca BP 36,1/36,2/38,1/38,2; Janauari BP 8,1/8,2/10,1/10,2; BP 53,1/53,2/60/61/62; BP 7,1/7,2/15,1. Igapó, Lagozinho BP 9/76,1/76,2/76,3; Ilha Marajozinho BP 25,1/25,2/26,1/26,2/28,2/28,3. Weitere Erklärung siehe Tab. 1.

	Várzea — Wald					Igapó (Solimões)					Igapó		
Standort	Paracauba	Ilha do Careiro	Ilha Jacurutu	Paraná do Careiro	insgesamt	Janauaca	Janauari			insgesamt	Lagozinho	Ilha Marajozinho	insgesamt
Anzahl der Proben	1	3	3	4	11	4	4	5	3	16	4	7	11
Zeitdauer der Überflutung (Monate)	5	4—5	3	0—2	0—5	4	7	3—4	1—2	1—7	7	5—6	5—7
Zeitdauer seit Trockenfallen (Monate)	5	5	7	10	5—10	6—7	5	8	7	5—7	4	6	4—6
Dicke der organ. Bodenschicht (cm)	1,5	3	5	2,5	3	3	2,5	2	3,5	2,5	1,5	2,5	2
Berlese-Fauna insgesamt	1752	1453	728	704	1010	951	488	547	695	661	735	611	656
Milben	1261	1181	406	373	683 68 %	754	348	411	456	489 74 %	581	513	539 82 %
Collembolen	309	196	234	217	224 22 %	149	106	103	184	130 20 %	101	72	82 13 %
übrige Tiergruppen	182	76	88	114	103 10 %	48	34	33	55	41 6 %	53	26	35 5 %
davon :													
Asseln	11	1	1	2	2	—	—	1	3	1	—	2	1
Pseudoskorpione	16	—	—	2	2	2	1	1	1	1	—	1	1
übrige Arachniden	17	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	—	1
Diplopoden	32	—	2	3	5	7	2	3	2	4	3	3	3
übrige Myriopoden	2	1	—	1	1	1	1	—	6	1	—	2	1
Proturen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Dipluren	1	—	—	1	1	—	—	—	2	1	—	1	1
Käfer- und Dipterenlarven	19	5	11	10	10	4	9	6	6	6	11	2	5
Käfer	24	22	28	23	24	5	2	8	9	6	5	3	4
Termiten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ameisen	44	1	42	67	40	2	1	8	2	4	1	4	3
Wurzelläuse	16	44	1	1	13	25	9	4	10	12	27	1	11
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	30	130	105	95	120	95	55	65	75	70	70	55	60

Tab. 10: Übersicht über die Berlese-Fauna der obersten mineralischen Bodenschicht in den verschiedenen Biotopen des Inundationsgebietes. Weitere Erklärung siehe Tab. 1.

	Várzea — Wald	Igapó (Solimões)	Igapó
Mineralboden	lehmig, rostfleckig, fest gleyartig	lehmig, locker, gleyartig mit Wurzeln	Sand, etwas lehmig mit Wurzeln
Probentiefe	3 — 20 cm	3 — 15 cm	4 — 15 cm
Anzahl der Proben	4	5	3
Berlese-Fauna insgesamt (Individuenzahl)	61	186	106
Milben	34 56 %	130 70 %	69 65 %
Collembolen	22 36 %	42 23 %	32 30 %
übrige Tiergruppen	5 8 %	14 7 %	5 5 %
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	10	30	10

Tab. 11: Übersicht über die Makro-Arthropoden-Fauna in den verschiedenen Biotopen des Inundationsgebietes bei Manaus. Oberflächenaufsammlungen mittels Exhaustor. Angegeben sind die Abundanz in Individuen/qm und die Schätzwerte der Biomasse.

	Várzea-Wald	Igapó (Solimões)	Igapó
Probenstelle	A 17	A 13	A 9
insgesamt	640	555	215
Asseln	22	10	2
Pseudoskorpione	14	—	2
Spinnen	100 16 %	46 8 %	18 8 %
Opilioniden	18	14	4
Diplopoden	4	8	2
übrige Myriopoden	4	—	—
Dipluren	2	—	—
Collembolen	178 28 %	386 69 %	162 76 %
Käfer- und Dipterenlarven	—	—	—
Käfer	122 19 %	12	2
Termiten	—	—	—
Schaben	44	12	2
Grillen	10	—	6
Ameisen	86 13 %	64 11 %	22 10 %
Biomasse (mg)	840	630	235

T a b . 12 : Übersicht über die Milbenfauna der verschiedenen Biotope und Standorte des Inundationsgebietes bei Manaus. Weitere Erklärung siehe Tab. 4 und 9.

Standort	Várzea — Wald					Igapó (Solimões)					Igapó		
	Paracauba	Ilha do Careiro	Ilha Jacurutú	Paraná do Careiro	insgesamt	Janauacá	Janauarí			insgesamt	Lago zinho	Ilha Marajozinho	insgesamt
Milben	1261	1181	406	373	683	754	348	411	446	487	581	514	538
Oribatiden	775	826	274	238	457 67 %	663	282	272	289	375 77 %	472	394	422 79 %
davon Jugendstadien	181	172	37	71	100 22 %	97	60	26	29	53 14 %	128	99	109 26 %
Artenabundanz Mittel	30	15	19	18	18	23	14	19	24	20	12	16	14
Maximum		16	21	22	30	31	15	23	33	33	14	19	19

T a b . 13 : Präsenz der häufigsten Familien, Gattungen und Arten der Oribatiden in den Biotopen des Inundationsgebietes bei Manaus. Weitere Erklärung siehe Tab. 5.

		Várzea	Igapõ (Solimões)	Igapõ
Oppiidae	(6–8)	++	++	++
Galumnidae	(4–7)	++	++	++
Oribatulidae	(4–6)	++	++	++
Rostrozetes foveolatus		++	++	++
Euphtiracaridae	(3–4)	+	++	++
Trhypochthoniidae	(3)	o	++	++
Afronothrus		o	+	++
Phtiracaridae		o	++	+
Eremobelbidae		++	++	o
Eremobelba		+	+	o
Microzetidae		++	++	.
Lamellobates		+	o	+

T a b . 14 : Differential-Gattungen und -Arten der Oribatiden in den verschiedenen Biotopen des Inundationsgebietes bei Manaus. Weitere Erklärung siehe Tab. 5.

		Várzea	Igapõ (Solimões)	Igapõ
Allozetes	(1)	+	—	—
Gibbicepheus	(1)	o	—	—
Epilohmannia	(1–2)	o	.	—
Charassobates	(1)	o	.	—
Haplozetes minimicoma		o	.	—
Suctobelba	(2–3)	o	++	.
Eohypochthonius gracilis		.	+	.
Eremulus	(2)	.	o	—
Microtegeus	(1)	.	+	o
Malaconothrus	(2)	.	o	—
Nanhermannia	(1)	—	o	—
Plateremaeus	(1)	—	o	.
Amazoppia tricuspidata		—	o	.
Acaronychus proximus		—	++	o

T a b . 15 : Übersicht über die Berlese-Fauna der organischen Bodenschicht im Rio Negro — Rio Branco — Gebiet. Die Standorte umfassen folgende Einzel-Proben : Terra firme, Lago Castanho/Rio Jufari BP 67,1/67,2/67,3/71,1/71,2/71,3; Inundationsgebiet, Lago Castanho BP 68,1/70,1/70,2; Rio Cuiuni BP 69,1/69,2/69,3. Weitere Erklärung siehe Tab. 1.

	Terra firme	Inundationsgebiet		insgesamt
	Lago Castanho Rio Jufari	Lago Castanho	Rio Cuiuni	
Anzahl der Proben	6	3	3	12
Berlese-Fauna insgesamt	853	568	1175	862
Milben	671	456	900	674 78 %
Collembolen	128	76	228	140 16 %
übrige Tiergruppen	54	36	47	48 6 %
davon :				
Asseln	3	1	1	2
Pseudoskorpione	3	—	—	2
übrige Arachniden	3	1	1	2

	Terra firme	Inundationsgebiet		insgesamt
	Lago Castanho Rio Jufari	Lago Castanho	Rio Cuiuni	
Diplopoden	3	8	6	5
übrige Myriopoden	1	1	—	1
Proturen	1	—	—	1
Dipluren	1	—	—	1
Käfer- und Dipterenlarven	4	4	9	5
Käfer	16	6	15	14
Termiten	—	—	—	—
Ameisen	10	7	1	7
Wurzelläuse	1	—	7	2
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	90	70	125	95
Oribatiden	521	369	711	530 79 %
davon Jugendstadien	29	30	69	39 7 %
Artenabundanz Mittel	29	30	29	29
Artenabundanz Maximum	35	36	31	36

T a b . 16 : Übersicht über die Berlese-Fauna der organischen Bodenschicht im Gebiet von Guajará-Mirim. Die Standorte umfassen folgende Einzel-Proben : Hochwald, Km 12,5 + 9,5 BP 42,1/42,2/45,1/45,2/45,4; Niederwald, Km 10 BP 43,1/43,2/44; Km 6 BP 46,1/46,2/46,4; Hochwald Km 13 BP 41,1/41,2/41,3/41,4.

	Hochwald	Niederwald			Hochwald
Standort	Km 12,5 + 9,5	Km 10	Km 6	insgesamt	Km 13
Anzahl der Proben	5	3	3	11	4
organische Bodenschicht	4 cm feucht	3,5 cm mäßig feucht	2,5 cm trocken		bis 10 cm staunaß
Berlese-Fauna insgesamt	1353	1354	988	1263	310
Milben	1080	1101	855	1036 82 %	250
Collembolen	140	197	76	138 11 %	23
übrige Tiergruppen	133	47	55	89 7 %	37
davon :					
Asseln	—	—	1	1	1
Pseudoskorpione	1	3	2	2	1
übrige Arachniden	1	2	3	3	—
Diplopoden	4	1	3	3	—
übrige Myriopoden	3	1	—	2	—
Proturen	1	2	5	2	1
Dipluren	2	3	—	2	—
Käfer- und Dipterenlarven	11	15	8	11	2
Käfer	37	6	5	20	2
Termiten	2	1	—	1	—
Ameisen	34	8	20	23	30
Wurzelläuse	32	1	4	16	—
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	155	120	90	130	25
Oribatiden	784	613	493	660 64 %	216
davon Jugendstadien	135	234	75	146 22 %	24
Mittel	43	34	35	38	14
Artenabundanz Maximum	48	37	36	48	22

T a b . 17 : Übersicht über die Berlese-Fauna der obersten mineralischen Bodenschicht im Gebiet von Guajará-Mirim. Weitere Erklärung siehe Tab. 1.

mineralischer Boden	rotbrauner Sand, teilweise etwas lehmig mit Wurzeln
Probentiefe	2 — 15 cm
Berlese-Fauna insgesamt	380
Milben	312 82 %
Collembolen	40 11 %
übrige Tiergruppen	28 7 %
davon :	
Pauropoden + Symphylen	3
Dipluren	8
Proturen	4
Käfer	6
Biomasse der Berlese-Fauna (mg)	30

Tab. 18 : Übersicht über Siedlungsdichte und Gruppenzusammensetzung der Berlese-Fauna tropischer Wälder verschiedener Gebiete.

	BECK (diese Arbeit)	MALDAGUE (1961)	STRICKLAND (1944)		IMADATÉ & KIRA (1964)	VAN DER DRIFT (1963)	GREENSLADE & GREENSLADE (1968)
	Amazonas Terra-firme-Wälder	Kongo versch. Waldformationen	Trinidad Regenwald		SO — Asien Monsun-Wald	Surinam Regenwald	Salomon-Inseln Regenwald
	Förna — 6,5 cm (max.)	0 — 2,5 cm	Förna — 7,5 cm		0 — 8 cm	0 — 5 cm	Förna — 5 cm
Individuen/qm	55.000—150.000	63.700—72.000	128.000	98.000[2])	541 (Ind./l)[1])	51.000	68.000[1])
Milben	78 % (77—78)	77 % (74—79)	60 %	78 %	78 %	78 %	81 %
Collembolen	15 % (13—17)	17 % (14—20)	8 %	10 %	8 %	9 %	7 %
übrige Tiergruppen	7 % (5— 9)	6 % (4— 6)	32 %	12 %	14 %	13 %	12 %
darunter :							
Ameisen	2 % (1— 4)		10 %			4 %	2 %
Termiten	0 %		14 %	—			
Milben/Collembolen	5,2 (4,6—6,0)	4,5 (3,7—5,7)	7,8	7,8	9,7	8,6	11,5
Milben+Collembolen	93 %	94 %	(68 %)	88 %	86 %	87 %	88 %

[1]) Berlese-Technik ohne elektrische Lichtquelle. [2]) Zahlen ohne Termiten und Ameisen

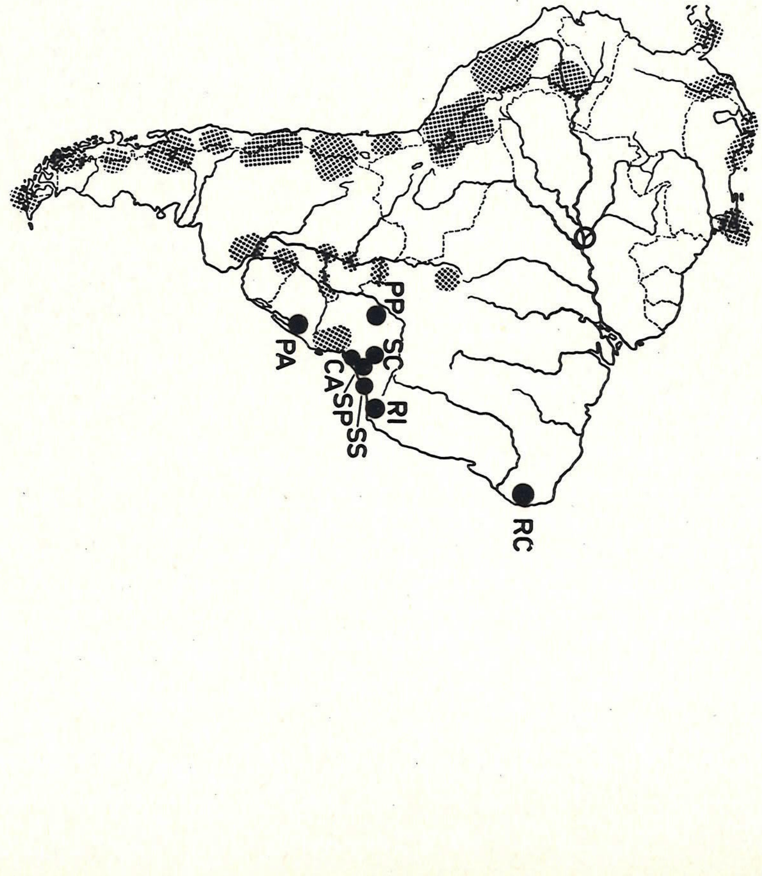


Abb. 1 : Bisheriger Stand der Erforschung der Milbenfauna Südamerikas aus SCHUSTER (1969). Aus fast allen Gebieten liegen nur stichprobenartige Aufsammlungen vor.

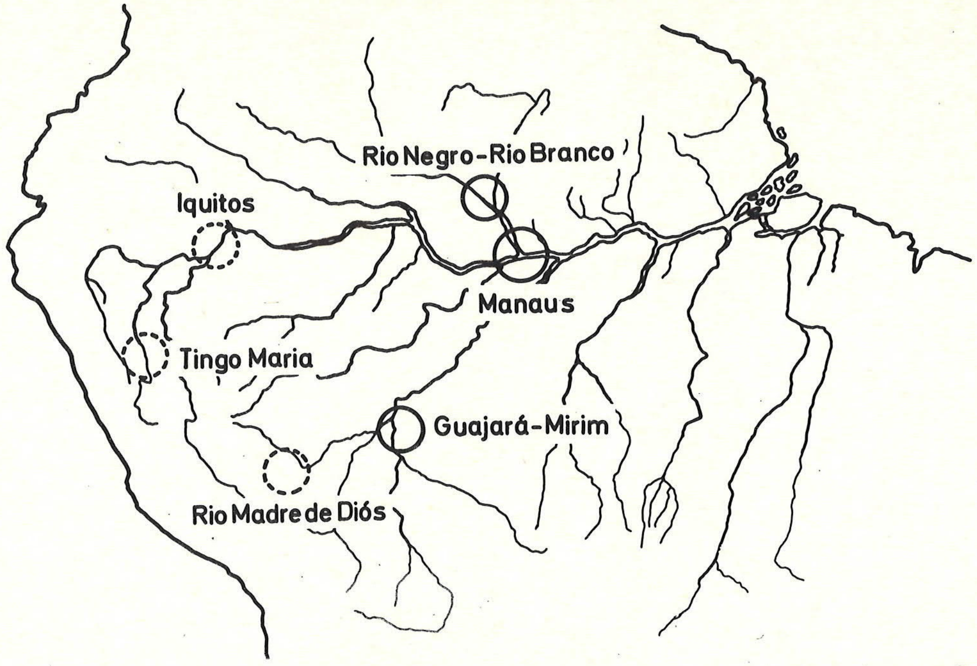


Abb. 2 : Lage der in dieser Arbeit behandelten Probengebiete. Aufsammlungen der Forschungsreise L. Beck und F. Schaller 1965/66 (volle Kreise) sowie F. Schaller und K. H. Schömann 1956/57 (durchbrochene Kreise).

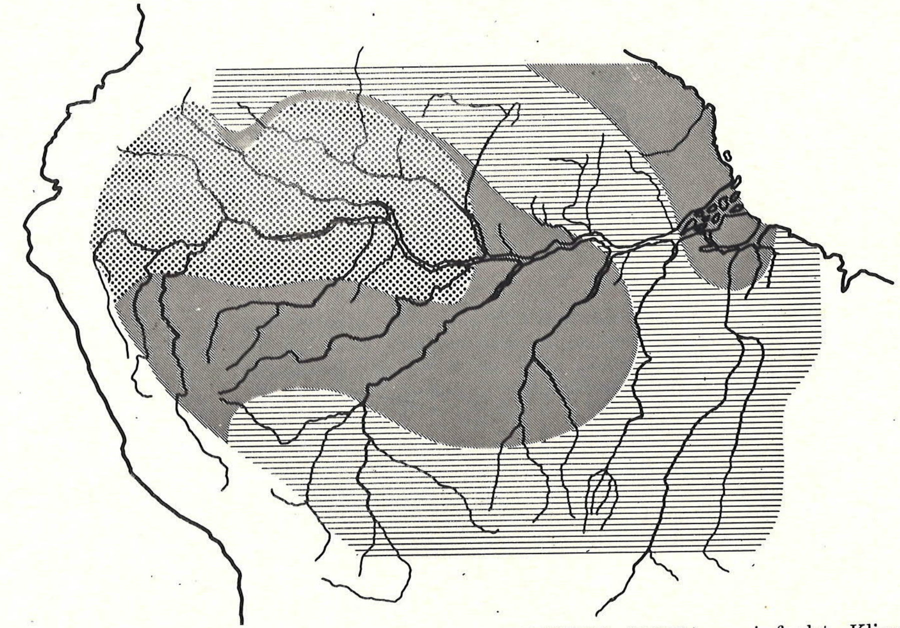


Abb. 3 : Klima des Amazonasbeckens nach REINKE (1962) vereinfacht. Klimatypen : Afi (punktiert), Ami (fein schräg schraffiert), Awi (waagerecht schraffiert). Begrenzungen im Norden, Osten und Süden sind willkürlich.

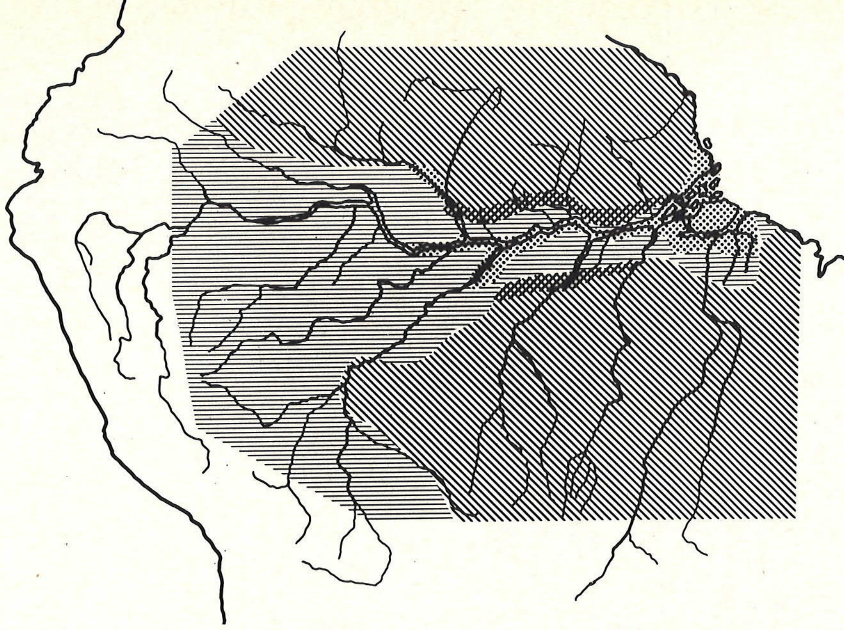


Abb. 4 : Geologie des Amazonasbeckens nach DE OLIVEIRA aus SIOLI (1968), stark vereinfacht. Archaikum (schräg schraffiert), Paläozoikum (kreuz-schraffiert), Tertiär (waagerecht schraffiert), quartär (punktiert). Alle randlichen Begrenzungen sind willkürlich. Insbesondere mesozoische Auflagerungen im Bereich des zentral-brasilianischen Schildes (Archaikum) wurden weggelassen.

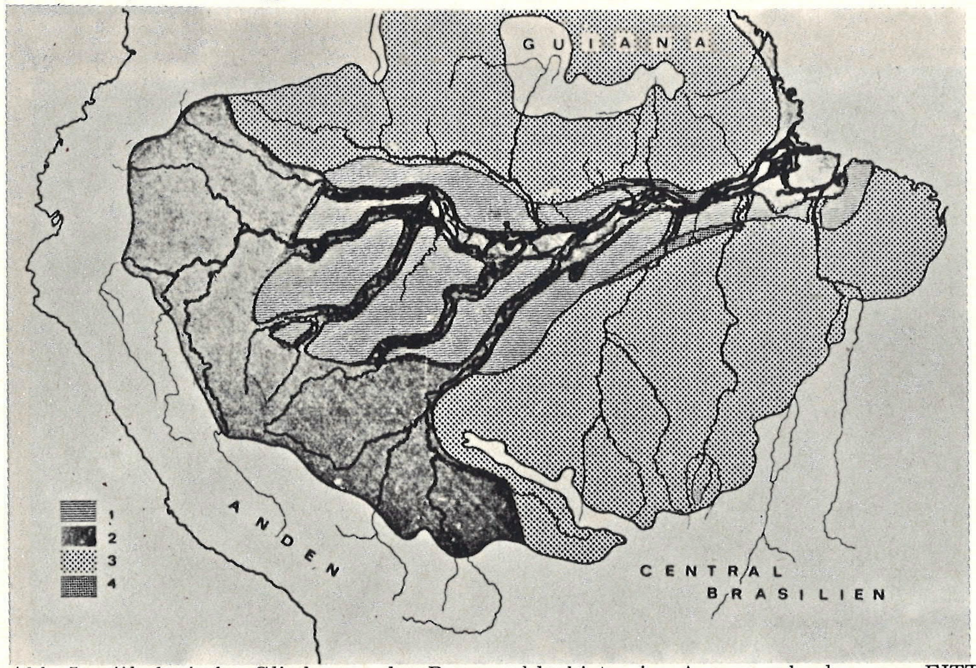


Abb. 5 : Ökologische Gliederung des Regenwaldgebietes im Amazonasbecken aus FITTKAU (1969). 1 = Zentral-amazonisches Gebiet tertiärer Sedimente; 2 = Andenvorland und Alluvionen andinen Ursprungs; 3 = Randgebiete des Guyana- und Brasil-Schild; 4 = Karbonstreifen aus dem palaeozoischen Sedimentgürtel.

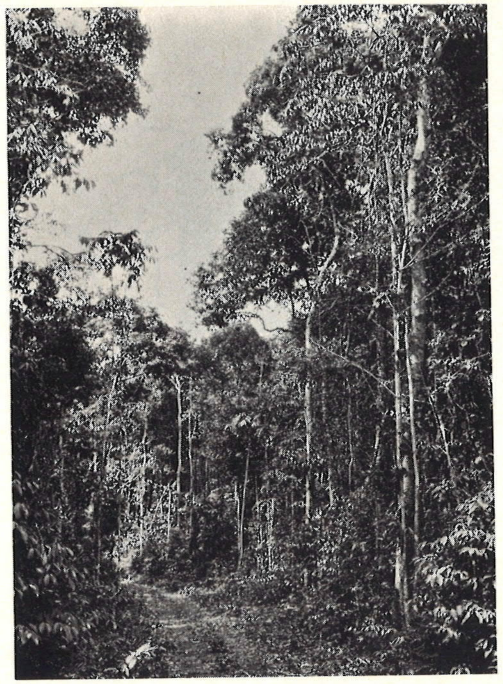


Abb. 6 : Hochwald der Terra firme (Hauptstraße in der Reserva Ducke bei Manaus, in der Nähe der Probenstelle BP50).



Abb. 7 : Der Unterwuchs des Hochwaldes mit zahlreichen stämmigen Palmen (Reserva Ducke bei Manaus).



Abb. 8 : Fuß eines „Überständer-Baumes" mit Brettwurzeln (Reserva Ducke bei Manaus).

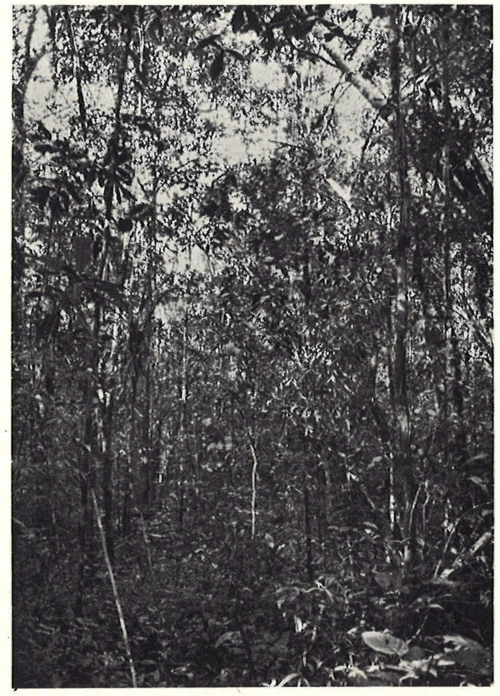


Abb. 9 : Caatinga alta (Reserva Ducke bei Manaus)
(jenseits des Igarapé do Acará).



Abb. 10 : Caatinga baixa (Km 208 an der Straße Manaus — Itacoatiara).

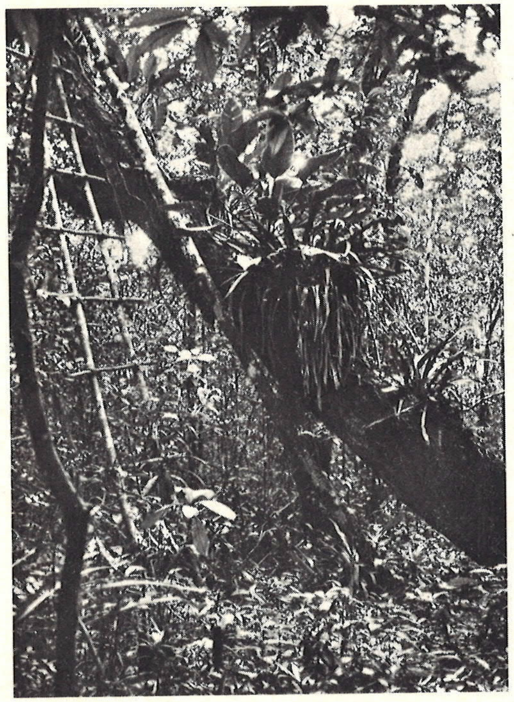


Abb. 11 : Bis zum Fuß herunter von Epiphyten überwucherter Baum in der Caatinga (Reserva Ducke bei Manaus).



Abb. 12 : Sonst epiphytische Bromeliaceen auf dem Boden der Caatinga (Reserva Ducke bei Manaus).



Abb. 13 : Gebüschartiger Igapó zu Beginn der Überflutung (Ilha Marajozinho).

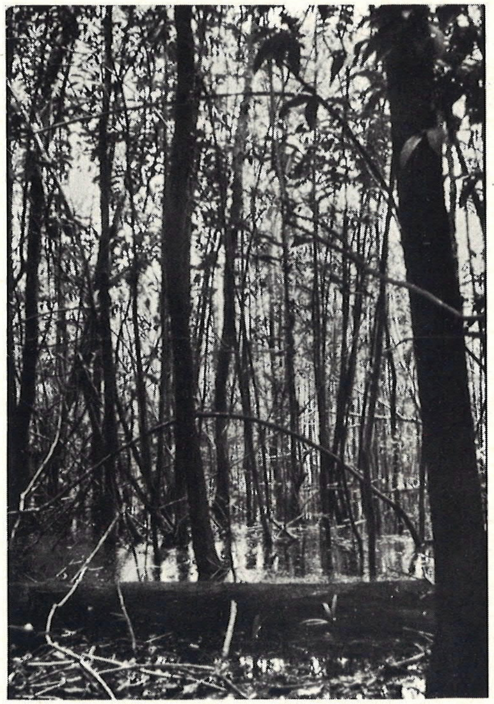


Abb. 14 : Lichter Igapó mit 15 — 20 m Kronenhöhe, zu Beginn der Überflutung (Ilha Marajozinho bei Manaus).

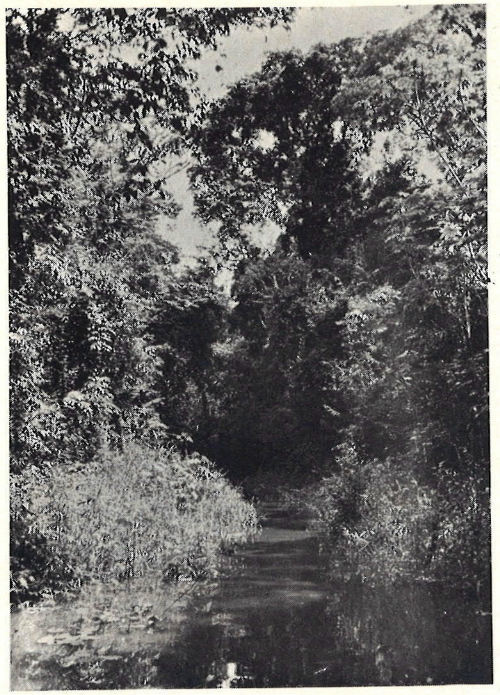


Abb. 15 : Várzea-Wald (nahe Jánauari bei Manaus).

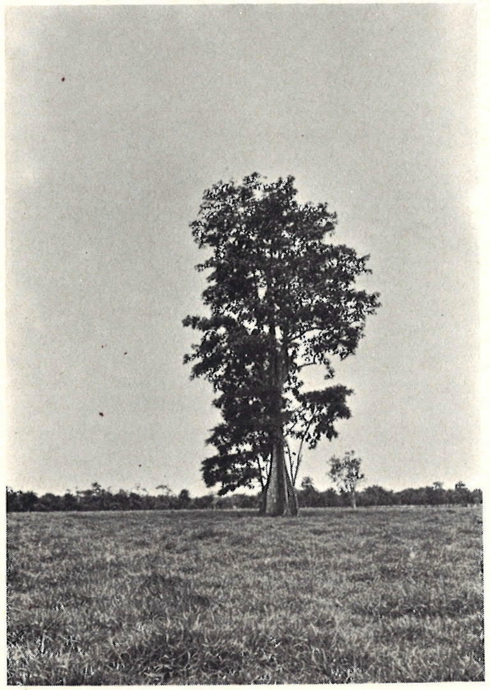


Abb. 16 : Künstlicher Várzea-Campo mit riesigem Überständerbaum (Ilha do Careiro).



Abb. 17 : Várzea-Campo und Várzea-See bei beginnender Überflutung (Ilha do Careiro).

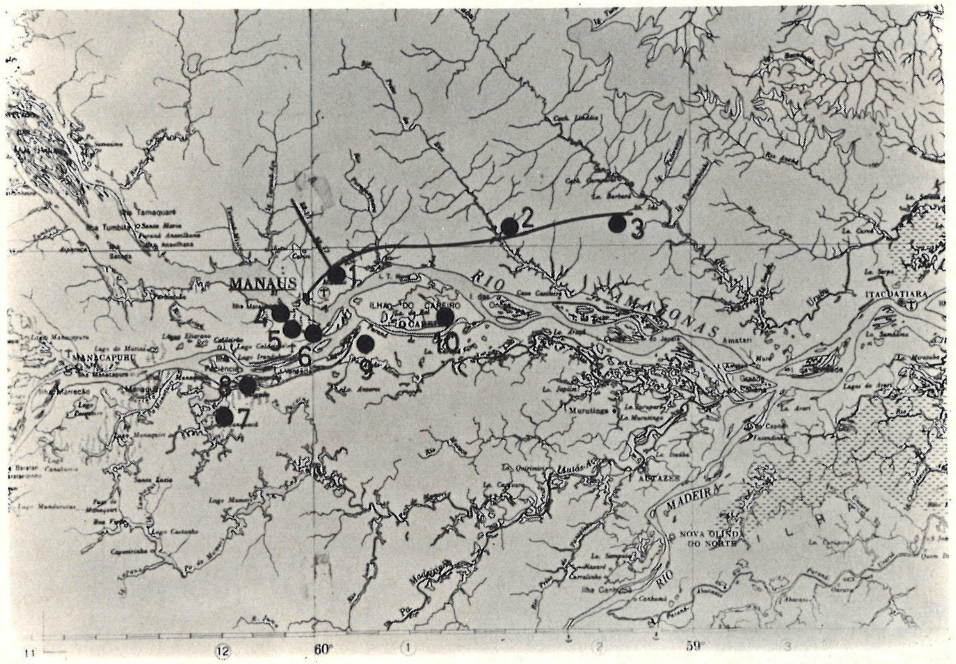


Abb. 18 : Lage der untersuchten Standorte in der Umgebung von Manaus. 1 = Reserva Ducke; 2 = Km 140 und 3 = Km 205 — 220 an der Straße nach Itacoatiara; 4 = Ilha Marajozinho; 5 = Lagozinho; 6 = Janauari; 7 = Lago Janauacá; 8 = Ilha Jacurutù; 9 = Paraná do Careiro; 10 = Ilha do Careiro.
Ausschnitt aus den Karten 1 : 1 Mio. des I.B.G.E.

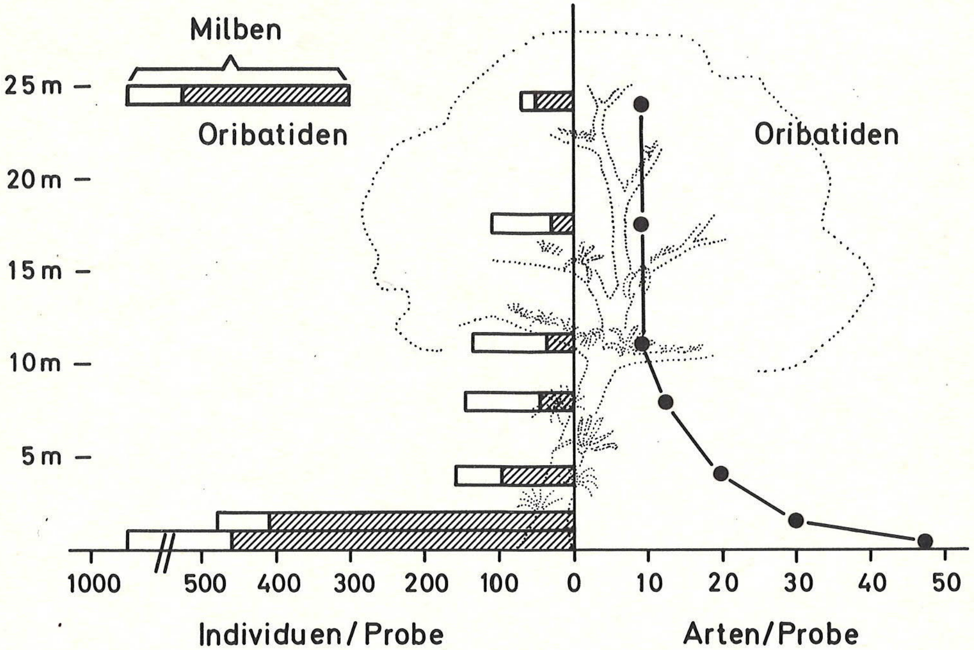


Abb. 19 : Individuen- und Arten-Abundanz der Milben und Oribatiden des „Epiphytenhumus" in verschiedener Höhe über dem Boden (Caatinga, Reserva Ducke bei Manaus; vergl. Abb. 11).

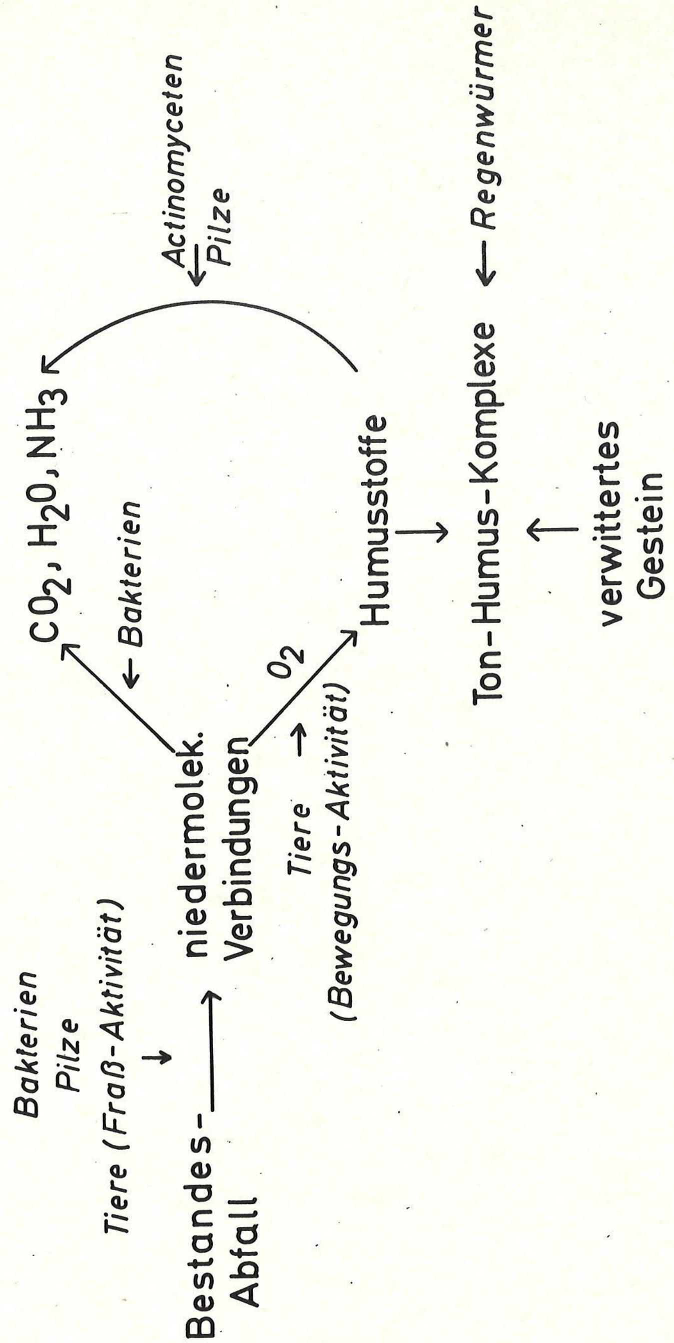


Abb. 20 : Schema des Abbaus pflanzlichen Bestandesabfalls und der Rolle der Organismen hierbei in gemäßigten Klimaten. Weitere Erklärungen siehe Text.

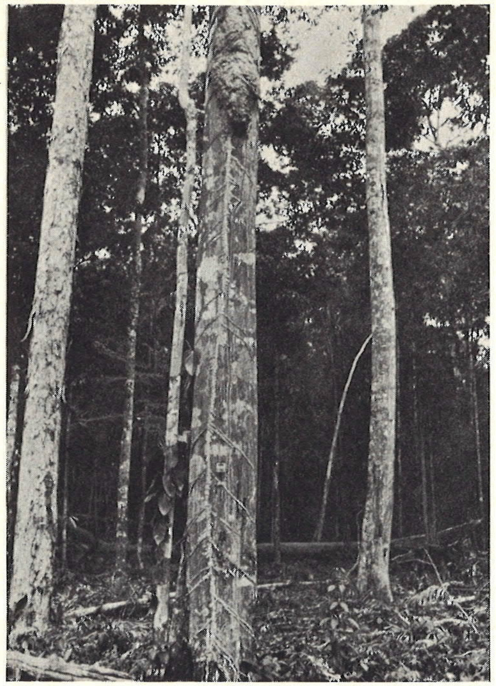


Abb. 23 : Termiten legen ihre Nester häufig hoch oben an Bäumen an; die zum Boden führenden oberflächlichen Gänge sind immer überdacht und geschlossen.

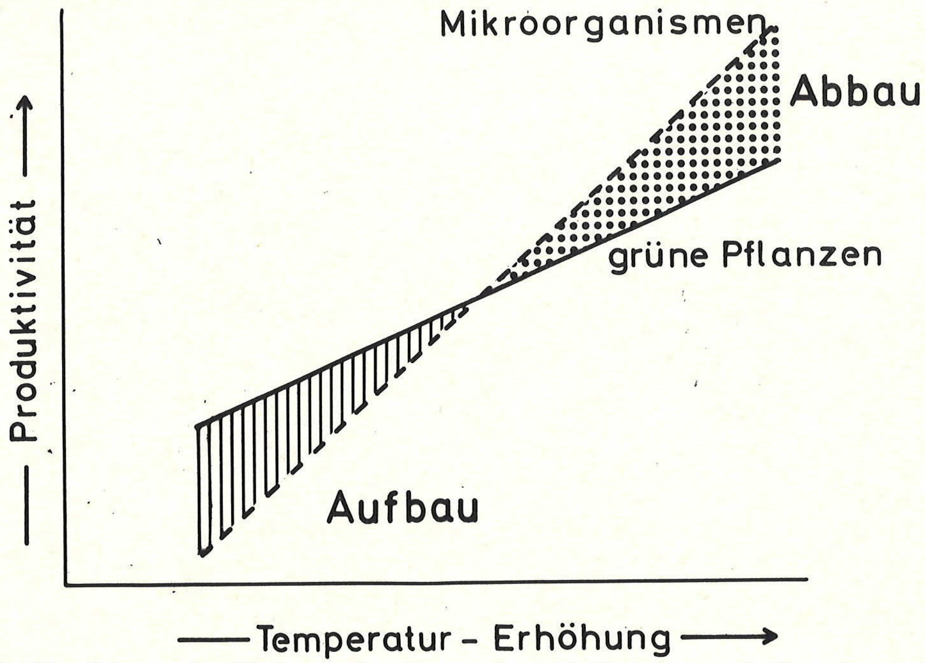


Abb. 24 : Schema des Einflusses der Temperatur auf Wachstum und Vermehrung der grünen Pflanzen (Produzenten) und Mikroorganismen (Reduzenten) und den Aufbau und Abbau von Humus am Boden.

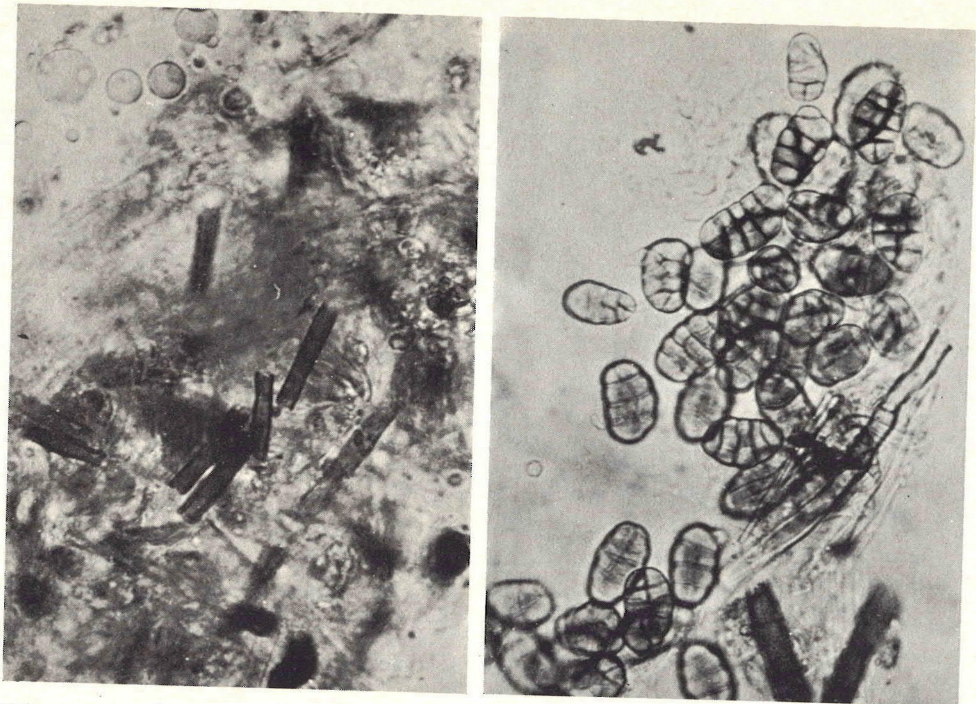


Abb. 21 : Darmausstriche von Asseln. Die wesentlichen noch erkennbaren Nahrungsbestandteile sind Hyphenstücke und Sporen von Pilzen (Hochwald, Reserva Ducke bei Manaus).

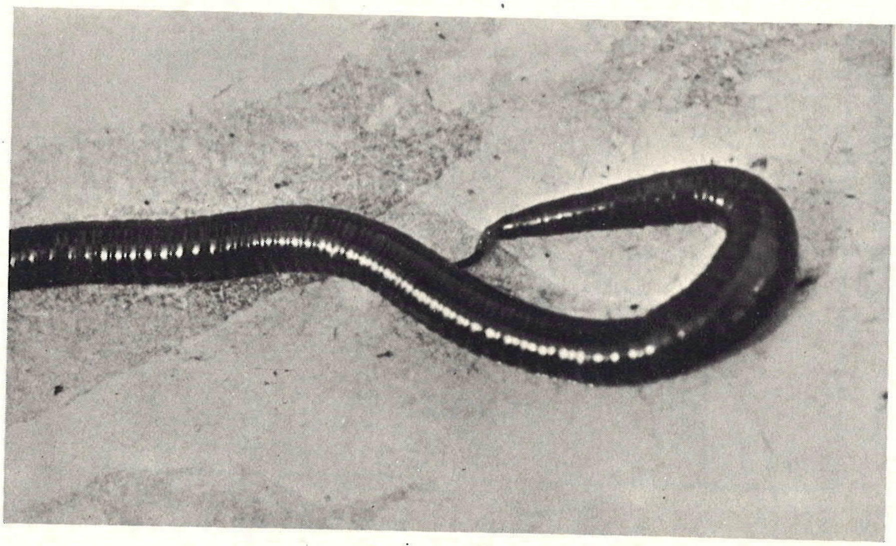


Abb. 22 : Regenwurm der Familie Glossoscolecidae; der ausgestreckte Rüssel ist teilweise zu erkennen (Janauari bei Manaus).